Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

2016

Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático

Chile

gef

www.theGEF.org

PNUD

Al servicio de las personas y las naciones

Tercera Comunicación Nacional de Chile

ante la Convención Marco de

Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

Implementación del proyecto:

Ministerio del Medio Ambiente (2011-2016)

Coordinadores generales del proyecto:

Fernando Farías (2013-2016)

Andrea Rudnick (2011-2013)

Coordinador técnico:

Maritza Jadrijevic

Coordinadores ejecutivos:

Johanna Arriagada (2015 - 2016)

Angela Reinoso (2013 - 2015)

Diseño y diagramación:

Duplika Ltda.

Registro de propiedad intelectual:

ISBN: 978-956-7204-58-8

(2016)

Impresión:

Maval Spa

"los mapas de las imágenes son referenciales"

AUTORÍAS DE LOS CAPÍTULOS

Capítulo 1. Circunstancias nacionales

Coordinador del capítulo:
Sergio González
Depto. Cambio Climático,
Ministerio del Medio Ambiente
Sociedad Alemana para la
Cooperación Internacional

Colaboradores:
Pablo Moya, Pontificia Universidad Católica de Chile
Pablo Chacón, Maritza España, A. Oyarzun, I. Salinas, I. Millán y J. Moreno, Ministerio de Desarrollo Social
Claudia Cortés, Pamela Fernández, Maritza Jadrijevic y Daniel Álvarez, Ministerio del Medio Ambiente
Jacqueline Espinoza, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
Javier Cano y Angelo Sartori, Corporación Nacional Forestal
Fernando Ortega, Instituto de Investigaciones Agropecuarias
María Ilia Cárdenas, Centro de Información de Recursos Naturales
Aquiles Neuenschwander, Fundación para la Innovación Agraria
Angélica Pino, Ministerio de Defensa
Gustavo San Martín, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Ambrosio Yobánolo, Consejo Nacional de Producción Limpia
Patricia Fuentes y Fernando Hentzschel, Corporación de Fomento de la Producción
Esteban Rojas y Cristián Romero, Ministerio de Economía
Alberto Sthioul y Nicolás Díaz, Comisión Nacional de investigación Científica y Tecnológica
Octavio Gajardo, Ministerio de Educación
Marcela Palominos, Ministerio de Hacienda
Camila Montes, Comisión Chilena del Cobre
Julio Cordano, Gonzalo Guaiquil, Matías Pinto, Angélica Romero y Claudia Ayala, Ministerio de Relaciones Exteriores
Teodosio Saavedra y Jeanne Verdugo, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Jorge Ibáñez, Subsecretaría de Desarrollo Regional

Capítulo 2. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Coordinador del capítulo:
Paulo Cornejo
Depto. Cambio Climático,
Ministerio del Medio Ambiente

Colaboradores
Richard Martínez, Sergio González, Fernando Farías, Ministerio del Medio Ambiente
Equipos Técnicos Sectoriales
Sector Energía
Javier Bustos, Iryna Sikora, Rubén Guzmán, Ministerio de Energía
Sector Procesos Industriales y Uso de Productos
Jenny Mager, Richard Martínez, Ministerio del Medio Ambiente
Sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
José Antonio Prado, Ministerio de Agricultura
Angelina Espinoza, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
Sergio González, Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional
Verónica Oyarzún, Angelo Sartori, Cristián Pérez, Osvaldo Quintanilla, Javier Cano, Fernando Gimeno, Corporación Nacional Forestal
Carlos Ovalle, Marta Alfaro, Francisco Salazar, Michael Wolff, Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Yasna Rojas, Carlos Bahamondez, Bastienne Schlegel, Instituto Forestal de Chile
Aquiles Neuenschwander, Fundación para la Innovación Agraria
Sector Residuos
Tania Bishara, Richard Martínez, Ministerio del Medio Ambiente

Capítulo 3. Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático

Coordinador del capítulo:
Maritza Jadrijevic
Depto. Cambio Climático,
Ministerio del Medio Ambiente

Colaboradores:
Paulina Aldunce, Gloria Lillo, Maisa Rojas, Laura Nahuelhual, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia
Nicolas Bambach, Sebastian Vicuña, Óscar Melo, Francisco Meza, Cristian Henríquez, Juan Carlos Castilla, Pablo Marquet, Patricio Pliscoff, Enzo Sauma, Pablo Osses, Sonia Reyes, Horacio Gilbert, Guillermo Donoso, Jorge Gironás, Luis Cifuentes, Centro Cambio Global
Patricio Winckler, Universidad de Valparaíso
Manuel Contreras, Universidad de Playa Ancha
Johanna Arriagada, Peter Muck, Gladys Santis, Departamento de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente

Capítulo 4. Mitigación de gases de efecto invernadero

Coordinador del capítulo:
Jenny Mager Santos
Depto. Cambio Climático,
Ministerio del Medio Ambiente

Colaboradores
Rodrigo Cabrera, Paulo Cornejo, Richard Martínez, Paz Maluenda, Macarena Mella, Marcela Poulain,
Depto. Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente

Capítulo 5. Otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención

Coordinador del capítulo:
Johanna Arriagada
Depto. Cambio Climático,
Ministerio del Medio Ambiente

Colaboradores:
Fernando Hentzschel, Corporación de Fomento de la Producción
Cristián Vásquez, Comisión Nacional de investigación Científica y Tecnológica
Gonzalo Barcaza, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas
Ximena Ubilla, Ministerio de Energía
Pablo Moya, Francisca Muñoz, Pontificia Universidad Católica de Chile

Capítulo 6. Necesidades y apoyo recibido en materia de cambio climático

Coordinadores del capítulo
Gladys Santis y Felipe Osses
Depto. Cambio Climático,
Ministerio del Medio Ambiente

Colaboradores:
Jenny Mager, Paulo Cornejo, Richard Martínez, Paz Maluenda, Depto. Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente
Hernán Blanco, Paulina Reyes, consultores independientes
Francisca Muñoz, Pontificia Universidad Católica de Chile

Resumen Ejecutivo

Coordinado por Peter Muck, Depto. Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente

Índice

PROLÓGO 11

RESUMEN EJECUTIVO 13

EXECUTIVE SUMMARY 61

CAPÍTULO 1: CIRCUNSTANCIAS NACIONALES 111

1. PERFIL GEOGRÁFICO Y DESARROLLO SOCIAL 113
   1.1. Territorio y división administrativa 113
      1.1.1. Territorio terrestre 113
      1.1.2. Territorio marítimo 113
      1.1.3. División política-administrativa 114
   1.2. Aspectos naturales 116
      1.2.1. Geografía y morfología 116
      1.2.2. Clima 117
      1.2.3. Macrobioclimas del país 117
   1.3. Usos de la tierra 121
   1.4. Erosión en Chile 122
   1.5. Protección de áreas silvestres 123
      1.5.1. Protección in-situ 123
      1.5.2. Preservación ex-situ 124
   1.6. Población, etnias indígenas e inmigrantes 125
   1.7. Desarrollo social 128
      1.7.1. Indicadores sociales 128
      1.7.2. Gestión de residuos 130
   1.8. Educación 131
      1.8.1. Educación escolar formal 131
      1.8.2. Educación superior 134
   1.9. Ciencia, tecnología e innovación 134

2. PERFIL ECONÓMICO 138
   2.1. Visión general 138
   2.2. Visión sectorial 141
      2.2.1. Energía 141
      2.2.2. Agricultura y silvicultura 145
      2.2.3. Acuicultura y pesca 147
      2.2.4. Minería 149
      2.2.5. Transporte 150
   2.3. Resumen 152

3. INSTITUCIONALIDAD NACIONAL RELATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO 155
   3.1. Enfoque transversal 155
   3.2. Compromisos previos al Acuerdo de París asumidos por Chile 156
      3.2.1. Internacionales 156
      3.2.2. Nacionales 157
   3.3. Contribución prevista determinada nacionalmente (NDC) y el Acuerdo de París 159
      3.3.1. Mitigación 159
      3.3.2. Adaptación 160
      3.3.3. Construcción y fortalecimiento de capacidades 160
      3.3.4. Desarrollo y transferencia de tecnologías 160
      3.3.5. Financiamiento 160
   3.4 Institucionalidad 161
      3.4.1. Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS) 161
      3.4.2. Ministerio del Medio Ambiente (MMA) 162
      3.4.3. Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL) 164
      3.4.4. Instancias de coordinación 164
      3.4.5. Acciones de otros ministerios 165
   3.5. Agencia de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable 170

4. EVALUACIÓN OCDE 2016 171

BIBLIOGRAFÍA 172

CAPÍTULO 2: INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE 1990-2013

1. INTRODUCCIÓN 177
   1.1. Antecedentes generales 177
   1.2. Arreglos institucionales para la elaboración del INGEI de Chile 178
      1.2.1. Operación del SNICHILE 179
      1.2.2. Actualización del INGEI de Chile 180
      1.2.3. Sistema de garantía y control de calidad 181
      1.2.4. Creación y mantención de capacidades 182
      1.2.5. Archivo y difusión 183
   1.3. Proceso de actualización del INGEI de Chile 183
   1.4. Metodología y principales fuentes de información 184
   1.5. Categorías principales 189
   1.6. Evaluación general de la incertidumbre 191
   1.7. Evaluación general de la exhaustividad 192

2. TENDENCIAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE 193
   2.1. Tendencias de las emisiones agregadas de GEI 196
   2.2. Tendencias de las emisiones por GEI 198
      2.2.1. Dióxido de carbono (CO_2) 200
      2.2.2. Metano (CH_4) 201
      2.2.3. Óxido nitroso (N_2O) 202
   2.3. Indicadores de intensidad de GEI 202
      2.3.1. Emisiones de GEI de Chile por Producto Interno Bruto 203
      2.3.2. Emisiones de GEI de Chile per cápita 203

3. SECTOR ENERGÍA (1) 205
   3.1. Aspectos metodológicos generales del sector 207
   3.2. Comparación entre el Método de referencia y el Método sectorial 207
   3.3. Industrias de la energía (1.A.1.) 208
   3.4. Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) 210
   3.5. Transporte (1.A.3.) 211
   3.6. Otros sectores (1.A.4.) 213
   3.7. Emisiones fugitivas: Combustibles sólidos (1.B.1.) y Petróleo y gas natural (1.B.2.) 215

4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (2) 216
   4.1. Aspectos metodológicos generales del sector 217
   4.2. Industria de los minerales (2.A.) 218
   4.3. Industria química (2.B.) 219
   4.4. Industria de los metales (2.C.) 219
   4.5. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (2.D.) 220
   4.6. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2.F.) 221
   4.7. Manufactura y utilización de otros productos (2.G.) 222

5. SECTOR AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA (3) 223
   5.1. Aspectos metodológicos generales del sector 225
   5.2. Ganadería (3.A.) 225
   5.3. Tierras (3.B.) 226
   5.4. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra (3.C.) 228

6. SECTOR RESIDUOS (4) 230
   6.1. Aspectos metodológicos generales del sector 232
   6.2. Disposición de residuos sólidos (4.A.) 232
   6.3. Tratamiento biológico de los residuos sólidos (4.B.) 232
   6.4. Incineración e incineración abierta de residuos (4.C.) 233
   6.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (4.D.) 234

7. PARTIDAS INFORMATIVAS 235
   7.1. Combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional 235
   7.2. Emisiones de CO_2 de la biomasa 235

8. RECÁLCULOS 236
   8.1. Recálculos en el sector Energía 237
   8.2. Recálculos en el sector IPPU 237
   8.3. Recálculos en el sector AFOLU 238
   8.4. Recálculos en el sector Residuos 239

BIBLIOGRAFÍA 240

CAPÍTULO 3: VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 243

1. INTRODUCCIÓN 245
   1.1. Antecedentes generales y políticas nacionales 246

2. TENDENCIAS Y PROYECCIONES NACIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO 248
   2.1. Condiciones atmosféricas 248
   2.2. Proyecciones de temperatura y precipitación 250
   2.3. Variabilidad climática y eventos extremos 252
   2.4. Condiciones en la criósfera 256
   2.5. Condiciones en los océanos 257
      2.5.1. Nivel medio del mar 257
      2.5.2. Marea meteorológica 258
      2.5.3. Oleaje 258
      2.5.4. Acidificación 259

3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 260
   3.1. Sector Recursos Hídricos 260
   3.2. Sector Biodiversidad 267
      3.2.1. Impacto en los ecosistemas 268
      3.2.2. Impacto en las especies 270
   3.3. Sector Silvoagropecuario 273
   3.4. Sector Pesca y Acuicultura 275
   3.5. Sector Energía 278
   3.6. Sector Infraestructura 281

3.6.1. Servicios y obras de infraestructura 281
3.6.2. Infraestructura y cambio climático 282
3.6.3. Infraestructura de drenaje, obras fluviales y puentes 282
3.6.4. Puerto e infraestructura costera 283
3.7. Ciudades 284
3.8. Sector Salud 286
3.9. Sector Turismo 290
3.10. Zonas costeras 290

4. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 292
4.1. Desafíos en adaptación al cambio climático 292
4.2. Avances a la fecha en Chile 294
4.2.1. Sector Recursos Hídricos 294
4.2.2. Sector Biodiversidad 296
4.2.3. Sector Silvoagropecuario 300
4.2.4. Sector Pesca y Acuicultura 301
4.2.5. Sector Energía 301
4.2.6. Sector Infraestructura 302
4.2.7. Ciudades 302
4.2.8. Sector Salud 304
4.2.9. Sector Turismo 304
4.2.10. Zonas costeras 305
4.2.11. Otros avances relevantes 306
4.3. Desafíos y oportunidades en adaptación al cambio climático 306
BIBLIOGRAFÍA 309

CAPÍTULO 4: MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 315

1. INTRODUCCIÓN 317
1.1. Antecedentes Generales 317
1.2. Contexto internacional: Hacia el Acuerdo de París 318
1.3. Evaluación Ambiental de Chile 2016 hecha por la OCDE 318

2. CHILE FRENTE A LA MITIGACIÓN 320
2.1. Compromiso voluntario 20/20 de Chile para la mitigación de sus emisiones de gases de efecto invernadero 320
2.2. Contribución Nacional de Chile (NDC) 321
2.3. Mitigación en el Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático 323

3. EVALUACIÓN DE LA MITIGACIÓN EN CHILE 324
3.1. Sectores emisores y capturadores relevantes 324
3.2. Proyecto MAPS-CHILE 325

4. ACCIONES SECTORIALES DE MITIGACIÓN 330
4.1. Sector Energía 330
4.1.1. Marco institucional del sector con impacto en mitigación 330
4.1.2. Avances del Sector con Impacto en la Mitigación 332
4.1.3. Otras acciones de mitigación del sector 335
4.2. Sector Transporte 335
4.2.1. Marco institucional del sector con impacto en mitigación 336
4.2.2. Avances del sector orientados a la mitigación 337
4.2.3. Medidas relacionadas con la mitigación de emisiones de GEI en empresas 340
4.2.4. Otras acciones de mitigación del sector 340
4.3. Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura 341
4.3.1. Marco Institucional 341
4.3.2. Avances del sector con impacto en mitigación 342
4.4. Sector Residuos 344
4.5. Sector Minería y otras industrias 346
4.5.1. Marco institucional 348
4.5.2. Avances del sector con impacto en mitigación 349

5. OTRAS ACCIONES DE MITIGACIÓN 351
5.1. Acuerdos de Producción Limpia 351
5.2. Construcción sustentable y urbanismo 352
5.3. Esfuerzos locales en mitigación del Cambio Climático 353
5.4. Esfuerzos de mitigación en el sector privado 354
5.4.1. Iniciativas públicas y privadas que fomentan la implementación de medidas de mitigación por parte del sector privado 355
5.4.2. Análisis sectorial de medidas de mitigación privadas 358

6. ACCIONES DE MITIGACIÓN NACIONALMENTE APROPIADAS 365
6.1. Las NAMAs de Chile 365
6.2. Resumen de NAMAs Chilenas 365

7. MEDICIÓN, REPORTE Y VERIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN 367
7.1. Marco Genérico de MRV en Chile 367
7.2. Reglas de Contabilidad y MRV 368
7.2.1. Reglas de Contabilidad 368
7.2.2. Plataforma de MRV Centralizada 369

8. ACCIONES TRANSVERSALES EN APOYO HACIA UNA ECONOMÍA BAJA EN CARBONO 370
8.1. Proyecto LECB-Chile 370
8.2. Programa HuellaChile 370

9. APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MERCADO PARA LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES 374
9.1. Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto 374
9.2. Partnership for Market Readiness – PMR 376
9.3. Impuestos Verdes 376

BIBLIOGRAFÍA 378

CAPÍTULO 5: OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCIÓN 381

1. INTRODUCCIÓN 383

2. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA 385
2.1. Mecanismos de transferencia tecnológica en chile 385
2.2. Experiencias de transferencia tecnologica en chile orientadas al cambio climatico 388
2.2.1 Actividades lideradas por CORFO 388
2.2.2 Actividades lideradas por el Ministerio de Energía 395
2.2.3 Otras actividades desarrolladas con cooperación internacional 396
2.2.4 Otras actividades desarrolladas en el país 396
2.3. Vínculos entre actividades de transferencia tecnológica con procesos de planificación a nivel nacional 398

3. OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO 399
3.1 programas nacionales de observación del clima 399
3.1.1. Monitoreo del tiempo atmosférico y variables climáticas por la dirección meteorológica de Chile 400
3.1.2 Monitoreo del nivel del mar, observación oceanográfica y fenómenos climáticos asociados 400
3.1.3 Monitoreo de glaciares 401
3.2 red agrometeorológica de chile 402
3.3 Participación y rol de instituciones nacionales en observación del clima a escala internacional 403

4. INFORMACIÓN SOBRE PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN 404
4.1 Programas de investigación en el país 404
4.1.1 Conicyt y la investigación nacional en Cambio Climático 31
4.1.2 Centros de investigación apoyados por Conicyt 407
4.1.3 Principales proyectos ejecutados entre los años 2011 y 2015 409
4.2 Participación del país en actividades de investigación con instituciones internacionales bilaterales o multilaterales 409
4.2.1 Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro) 409
4.2.2 Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) 410
4.2.3 Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 411
4.2.4 Panel Intergubernamental de Cambio Climático 412
4.2.5 Euroclima 412
4.2.6 Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC) 412
4.3 Centros nacionales de investigación en áreas ligadas al cambio climático 413
4.3.1 Instituto Antártico Chileno (INACH) 413
4.3.2 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 413
4.3.3 Centro UC de Cambio Global (CCG-UC) Universidad Católica (CCG-UC) 415
4.3.4 Universidad de Concepción 417
4.3.5 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) 418
4.3.6 Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático de la Universidad Santo Tomás 418
4.3.7 Centro de Estudios Científicos (CECS) 419
4.3.8 Centro de Investigación de Energía Solar (SERC-CHILE) 420
4.3.9 Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN) 421

5. INFORMACIÓN SOBRE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN ACERCA DEL CAMBIO CLIMÁTICO 422
5.1 Marcos institucionales y legales para promover el desarrollo de programas educativos y de sensibilización pública en el país 422
5.2 Iniciativas y programas ejecutados en la educación básica y media 425
5.3 Iniciativas y programas ejecutados en la educación superior 425
5.4 Iniciativas y programas complementarios para la educación sobre cambio climático 426
5.5 Procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático 426
5.6 Campañas de difusión y sensibilización pública 427
5.7 Percepción del cambio climático 428

6. FOMENTO DE CAPACIDADES NACIONALES Y LOCALES EN CAMBIO CLIMÁTICO 429
6.1 Prioridades nacionales para la creación y fomento de capacidades 429
6.2 Creación de capacidades en el sector privado 430
6.3 Creación de capacidades en las organizaciones no gubernamentales (ongs) 430
6.4 Creación de capacidades en organizaciones comunitarias locales 431

7. INCLUSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN OTROS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN O EN OTRAS POLÍTICAS PÚBLICAS 433

BIBLIOGRAFÍA 434

CAPÍTULO 6: NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO 437

1. INTRODUCCIÓN 439

2. NECESIDADES, BRECHAS Y BARRERAS 441
2.1. Necesidades, brechas y barreras de financiamiento y creación de capacidad y asistencia técnica 442
2.1.1. Inventario nacional de gases de efecto invernadero 442
2.1.2. Adaptación 445
2.1.3. Mitigación 449
2.1.4. Reporte 453
2.1.5. Negociación internacional 454
2.2. Necesidades, brechas y barreras de tecnología 455
2.3. Necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector privado 458

3. APOYO PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA 461
3.1 Apoyo destinado a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales 462
3.1.1. Recursos financieros 462
3.1.2. Actividades de capacitación para la preparación de comunicaciones nacionales 463
3.2. Apoyo recibido para actividades relacionadas con el cambio climático 464
3.2.1. Apoyo recibido en materia de recursos financieros 464
3.2.2. Creación de capacidad y asistencia técnica 468
3.2.3. Transferencia de tecnología 472
3.3. Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con cambio climático 473

4. PROYECTOS DE FINANCIAMIENTO 475

5. OPORTUNIDADES PARA LA ADAPTACIÓN 477

BIBLIOGRAFÍA 480

SIGLAS Y ACRÓNIMOS 481

ANEXOS 484

Vista Santiago.

Prólogo

El periodo entre los años 2011 y 2016 que abarca esta Tercera Comunicación Nacional en Cambio Climático en la que el Gobierno de Chile presenta a Naciones Unidas y al mundo su quehacer en esta materia, ha sido especialmente fértil en términos de avances en nuestro país.

Ya contamos con planes de adaptación al cambio climático en distintos sectores de nuestra economía, los que están en implementación, así como un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático que refleja los lineamientos generales del país en términos de adaptación. Que Chile disponga de este conjunto de planes ha permitido que las distintas carteras ministeriales puedan organizarse para trabajar sistemática y mancomunadamente en mejorar la adaptación climática del país. Chile también ahora cuenta con una Política Forestal 2015-2035 y una nueva Política Energética (Energía 2050), ambas publicadas este año y en las cuales el cambio climático es parte de su diseño: con ambas políticas también contaremos con elementos potentes para avanzar en este par de sectores con una incidencia mayor en nuestro actual inventario de emisiones y capturas de gases de efecto invernadero, procurando el diseño e implementación de opciones efectivas de mitigación, y fomentando una transición paulatina hacia una economía significativamente más baja en carbono hacia el 2050. El detalle de todos estos elementos y sus implicancias se encuentran plasmados en el presente documento y demuestran la importancia que le otorga nuestro país a enfrentar mancomunadamente los desafíos que nos impone el cambio climático. Nuestro desafío es que Chile cuente con políticas públicas sectoriales "cambio-climatizadas", integrando en forma permanente la agenda climática dentro de las acciones ministeriales permanentes.

En este periodo también, y al alero del reciente Acuerdo Climático de París, nuestro país pudo coordinar la preparación y aprobación al más alto nivel ministerial de su Contribución Nacional Tentativa, la que explicita objetivos y tareas para el país en términos de mitigación, adaptación, creación de capacidades climáticas, tecnología y financiamiento climático. Concordar la preparación de este documento significó poder discutir un nuevo marco de relación de las acciones de cambio climático al interior de nuestro país, tanto como la participación de Chile en un trabajo conjunto con los otros países signatarios de este acuerdo de carácter mundial.

Así como hemos avanzado en el país en acción climática, también las veleidades del clima se han notado con mayor fuerza en este periodo, haciendo evidente para Chile, su gobierno y su gente, que el

cambio climático llegó para quedarse en nuestras fronteras y que es urgente ocuparse de sus efectos en nuestra geografía y economía. Consideramos entonces que una efectiva acción climática deberá ser permanente, así como también lo deberán ser los mensajes que le hagamos llegar a la ciudadanía. El cambio climático es un problema común, pero también puede ser una oportunidad común para nuestros países.

Contando con el apoyo financiero otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), y la colaboración permanente del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), nuestro Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente pudo coordinar la preparación de este documento de compilación. Sus contenidos explicitan y valoran el trabajo importante que han realizado profesionales de diversos ministerios, organizaciones científicas, técnicas y sociales del país en pos de un objetivo común de transparentar nuestra información climática. A todos ellos, un sincero agradecimiento por sus valiosas contribuciones.

Queda mucho camino por recorrer en la senda de nuestro país hacia la sustentabilidad. El año 2016 nos encuentra en esa ruta. Tenemos claro que así como el desafío es grande, la oportunidad es aún mayor para contar con un mejor Chile que dejemos a nuestras próximas generaciones.

Pablo Badenier Martínez
Ministro del Medio Ambiente de Chile
Santiago de Chile, noviembre de 2016

Resumen ejecutivo

La Tercera Comunicación de Chile se elaboró siguiendo los requerimientos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Aquí se reportan los avances de Chile en la implementación de los objetivos y principios de la Convención, principalmente en el periodo 2010 a 2016, habida cuenta de que el país presentó su Primera Comunicación en 2000 y la Segunda Comunicación en 2011. De acuerdo con las guías recomendadas por la propia Convención para la preparación de este tipo de documentos, se presentan 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, se detallan algunos obstáculos, brechas y necesidades financieras, técnicas y de capacidades identificados para el país durante el proceso de preparación de esta comunicación (capítulo 6).

PN Torres del Paine, CONAF.

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

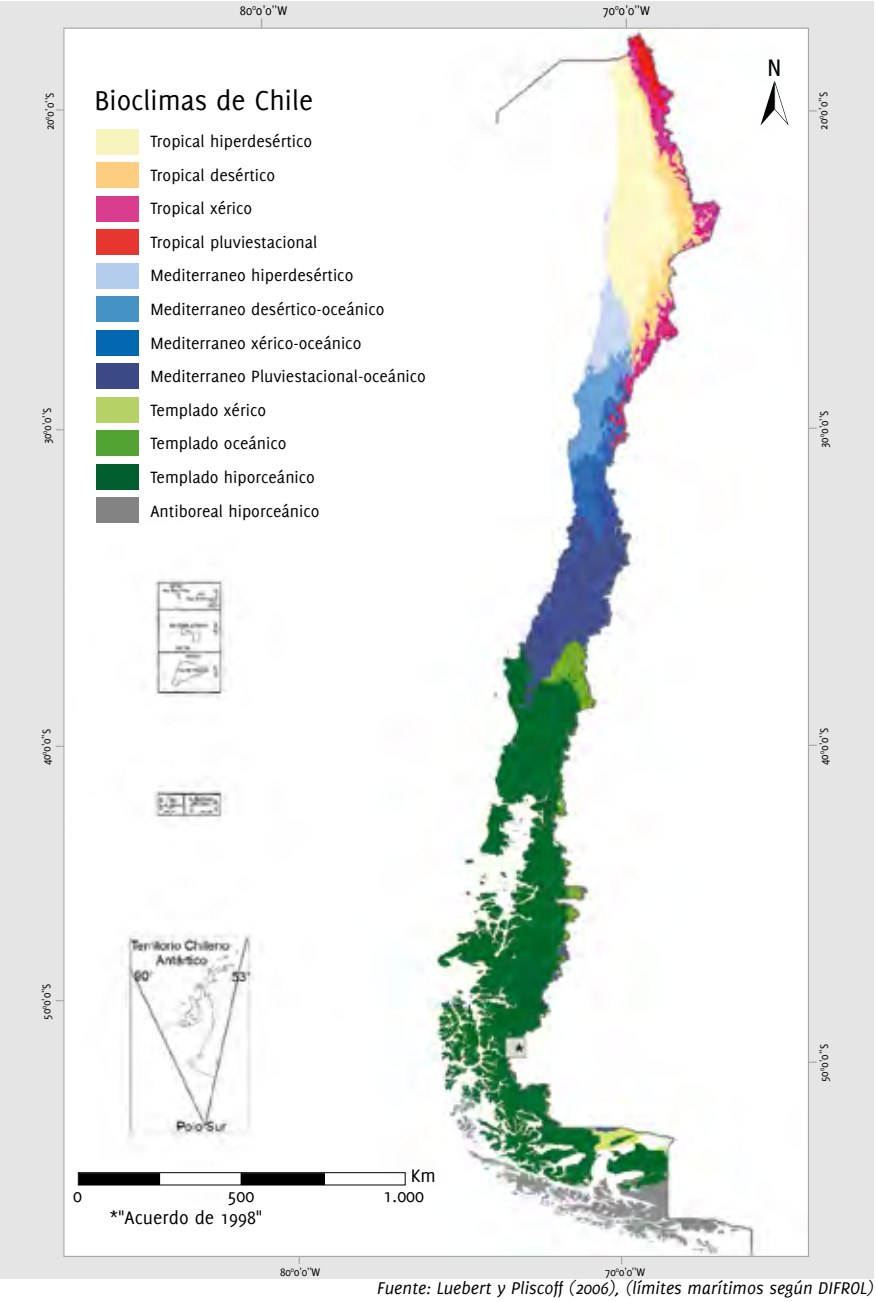
1.1. Perfil geográfico y desarrollo social

Chile es un país tricontinental, cuyo territorio se asienta en la parte occidental y meridional de América. Alcanza la Isla de Pascua en Oceanía y se prolonga por el sur en la Antártica. También forman parte del territorio nacional el archipiélago de Juan Fernández, las islas San Félix, San Ambrosio, Salas y Gómez, la zona económica exclusiva (ZEE) de 200 millas y la plataforma continental correspondiente. 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, el cual baña sus costas en una extensión superior a los 8.000 km.

Chile tiene una superficie total de 2.006.096 km², sin considerar el territorio marítimo (mar territorial, ZEE y plataforma continental), la cual se distribuye en 755.915 km² que corresponden a América del Sur, 1.250.000 km² a la Antártica y 181 km² a Oceanía.

Chile posee una multiplicidad de climas que se producen fundamentalmente por su latitud y altura, que dan origen a cuatro macrobioclimas: tropical, mediterráneo, templado y antiboreal (Figura 1), dentro de los cuales se distribuyen 127 ecosistemas (pisos de vegetación) terrestres y 96 ecosistemas marinos a lo largo de la costa chilena.

Figura 1. Macrobioclimas de Chile



Fuente: Luebert y Pliscoff (2006), (límites marítimos según DIFROL)

PN Torres del Paine, Charif Tala.

Chile es una República unitaria, cuyo marco político-administrativo se estructura en tres niveles territoriales de gobierno: regiones administrativas (15), provincias (54) y comunas (346), con una población total (censo de 2002) de 15.668.271 personas y una población proyectada para 2020 de 18.896.684 personas. La población no se distribuye uniformemente en el territorio nacional, sino que está fuertemente concentrada en la zona central, en la Región Metropolitana de Santiago.

En Chile se reconocen nueve etnias indígenas, de mayoría (84%) mapuche, que representan aproximadamente el 8,7% de la población total.

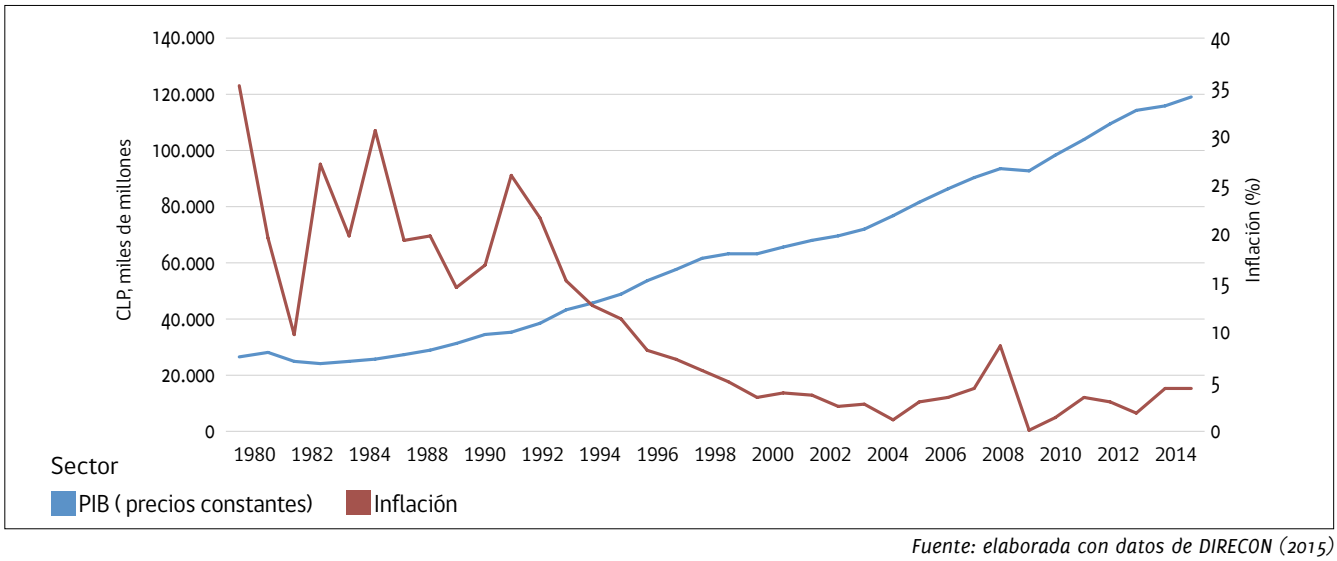
1.2. Perfil económico

El modelo económico chileno es abierto y estable, lo que favorece el comercio y la inversión. En gran medida, el crecimiento económico del país está regido por la actividad minera, cuyas exportaciones al año 2014, correspondieron al 54,2% del total exportado por el país (DIRECON, 2015).

En los últimos veinte años Chile ha experimentado un rápido crecimiento económico, liderado por las exportaciones de materias primas. El PIB se ha triplicado entre 1990 y 2015, y su tasa de inflación anual es menor al 5% (Figura 2). Si bien la economía de Chile está basada en la extracción de recursos naturales y bienes primarios, la suma del aporte de los servicios financieros y personales representa la mayor proporción del PIB (37,7%), seguidos por la industria manufacturera y la minería (en suma, el 33,1%).

En la Tabla 1 se resumen los principales indicadores geográficos y socioeconómicos de Chile.

Figura 2. PIB nacional a precios constantes e inflación, como índice de precios al consumidor (IPC)



Fuente: elaborada con datos de DIRECON (2015)

Tabla 1: Resumen de los principales indicadores geográficos y socioeconómicos de Chile

Información		Fuente
Geografía y población		
Superficie:		
Superficie total	2.006.096 km^2	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Superficie sudamericana	755.915 km^2	
Superficie oceánica (Isla de Pascua)	181 km^2	
Usos de la tierra:		
Áreas de uso agrícola	4,4%	Corporación Nacional Forestal (CONAF)[1]
Bosques nativos	18,9%	
Plantaciones forestales y bosques mixtos	4,2%	
Praderas y Matorrales	27,1%	
Áreas urbanas e industriales	0,5%	
Áreas desprovistas de vegetación	32,5%	
Áreas marinas protegidas	45.111,4 mil ha	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE)	14.630,5 mil ha	
Población:		
Población año 2010	17.066.142 personas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Hombres año 2010	8.447.879 personas	
Mujeres año 2010	8.618.263 personas	
Población año 2016 (estimada)	18.191.884 personas	
Hombres año 2016 (estimada)	9.003.254 personas	
Mujeres año 2016 (estimada)	9.188.630 personas	
Población año 2020 (estimada)	18.896.684 personas	
Población año 2050 (estimada)	20.204.779 personas	
Población rural año 2015	12,7%	
Población indígena año 2013	1.565.915 personas	Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)
Población mapuche año 2013	1.321.717 personas	
Población aimara año 2013	120.621 personas	
Población migrante año 2013	354.581 personas	
Desarrollo social:		
Esperanza de vida año 2015	79,1 años	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Mortalidad infantil año 2013 (por cada mil nacidos vivos)	7,0	
Tasa de alfabetización año 2012	98,9%	UNICEF
Población urbana conectada a alcantarillado año 2014	96,7%	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Población urbana con suministro de agua potable año 2014	99,9%	
Aguas servidas tratadas en plantas de tratamiento año 2014	99,9%	
Índice de Desarrollo Humano año 2014	0,832	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Población en pobreza extrema año 2015	3,5%	Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)
Población en pobreza año 2015	11,7%	
Delta entre 10% más rico y 10% más pobre año 2015	27,2	
Coeficiente de Gini año 2015	0,482 / 0,495	
Actividad económica:		
PIB año 2015	240.215,7 millones USD	Banco Mundial
PIB per cápita, año 2015	22.316 USD	
Crecimiento del PIB al 2016 estimado	1,9% anual	
Crecimiento del PIB al 2018 estimado	2,3% anual	
Exportación de materias primas año 2015	43,7% de exportación total	
Exportación de bienes y servicios año 2015	30.1% PIB	
Información		**Fuente**
Balanza comercial año 2014	USD 3.515 millones	Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON)
Exportaciones mineras año 2014	54,2% de exportación total	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2014	7,6% de exportación total	
Exportaciones industriales año 2014	38,2% de exportación total	

1 Respecto de la superficie sudamericana y oceánica

Información		Fuente
Geografía y población		
Energía:		
Fuentes no renovables en matriz eléctrica año 2015	55,9%	Comisión Nacional de Energía (CNE)
Capacidad de producción de electricidad año 2015	20.375 MW	Ministerio de Energía (MINENERGIA)
Hidroelectricidad en la matriz eléctrica año 2015	34%	
ERNC año 2015	11,48%	
ERNC proyectada año 2050	60%	
Cobertura eléctrica nacional año 2015	99,0%	
Cobertura eléctrica rural	96,1%	
Agricultura y silvicultura:		
Exportaciones silvoagropecuarias año 2013	USD 15.505 millones	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)
Exportaciones silvoagropecuarias año 2014	USD 16.042 millones	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2015	USD 14.691 millones	
Superficie cultivable año 2015	3,3 millones ha	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Superficie bajo riego año 2015	1,1 millones ha	
Superficie forestal año 2016	17,5 millones ha	
Superficie bosque nativo año 2016	14,3 millones ha	
Superficie plantaciones forestales año 2016	3 millones ha	
Superficie plantada año 2014	4.500 ha	
Superficie replantada	94.000 ha	
Número de trabajadores año 2010	685,5 mil prs	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2014	703,6 mil prs	
Acuicultura y Pesca:		
Cosecha de centros de acuicultura año 2014	1.214,44 mil t	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)
Desembarque artesanal año 2014	1.507,21 mil t	
Desembarque industrial año 2014	1.029,69 mil	
Producción de pescados año 2014	74,5%	
Producción de moluscos año 2014	12,3%	
Producción de algas año 2014	11,5%	
Número de trabajadores año 2010	61,6 mil prs	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2014	43,9 mil prs	
Minería:		
Extracción de hierro año 2015	9.427,6 mil t métricas finas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Extracción de cobre año 2015	5.478,0 mil t métricas finas	
Producción de Cloruro de Sodio año 2015	10.553,4 t	
Producción de Carbonato de Calcio	6.849,5 t	
Producción de compuestos de Azufre	4.629,7 t	
Transporte:		
Parque del transporte particular año 2015	4.063.153 unidades	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Parque del transporte colectivo año 2015	188.552 unidades	
Parque del transporte de carga año 2015	216.745 unidades	
Residuos:		
Residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final año 2010	5.935,7 mil t	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final año 2014	6.866,2 mil t	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Aguas servidas tratadas con lodos activados año 2014	59,0%	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Aguas servidas tratadas con lagunas aireadas año 2014	19,8%	
Aguas servidas dispuestas por emisarios subterráneos año 2014	11,7%	

Fuente: Luebert y Pliscoff, 2006 (límites marítimos según DIFROL)

1.3. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

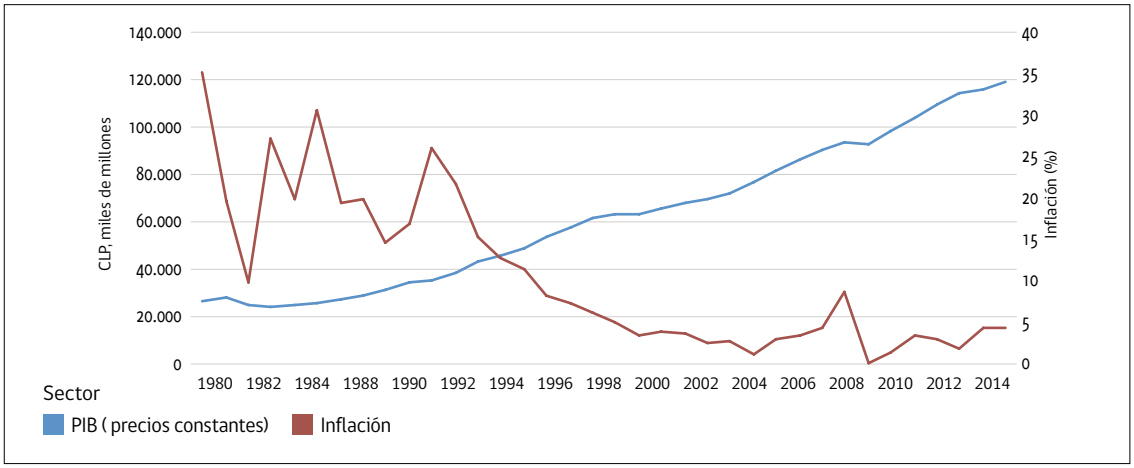
Desde que el tema del cambio climático entró en la agenda pública internacional, Chile ha mantenido una actitud proactiva hacia el tema del cambio climático, que se ha mantenido a través del tiempo y a través de las diferentes administraciones en el Gobierno.

La institucionalidad nacional que se hace cargo del cambio climático en Chile convoca prácticamente a todo el aparato del Estado y de forma tal que el tema no tiene una sede única en un ministerio o entidad pública, aunque es evidente que 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 dual, en el sentido 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.

Las principales instancias del Estado que conforman la institucionalidad nacional en cambio climático, son:

- El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), que es la máxima instancia rectora,
- el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que es responsable de proponer políticas, programas y planes de acción en materia de cambio climático, y de colaborar con los diferentes órganos del Estado a nivel nacional, regional y local para establecer las medidas necesarias de adaptación y de mitigación. Además ejerce el rol de punto focal técnico ante la CMNUCC[2]. Esto, a través del Departamento de Cambio Climático.
- El Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL), que tiene el rol de punto focal ante la CMNUCC y ante toda otra instancia internacional –multi o bilateral– vinculada con el tema del cambio climático; su acción en esta área es ejercida a través de la Dirección del Medio Ambiente y Asuntos Oceánicos (DIMA),
- una instancia de coordinación interministerial, correspondiente al Equipo Técnico Interministerial en Cambio Climático (ETICC), y
- la serie de unidades pertenecientes a los diversos ministerios, que han asumido acciones directas dentro de este tema.

Figura 2. PIB nacional a precios constantes e inflación, como índice de precios al consumidor (IPC)



Fuente: elaborada con datos de DIRECON (2015)

[2] *La Ley 20.417 establece que "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".*

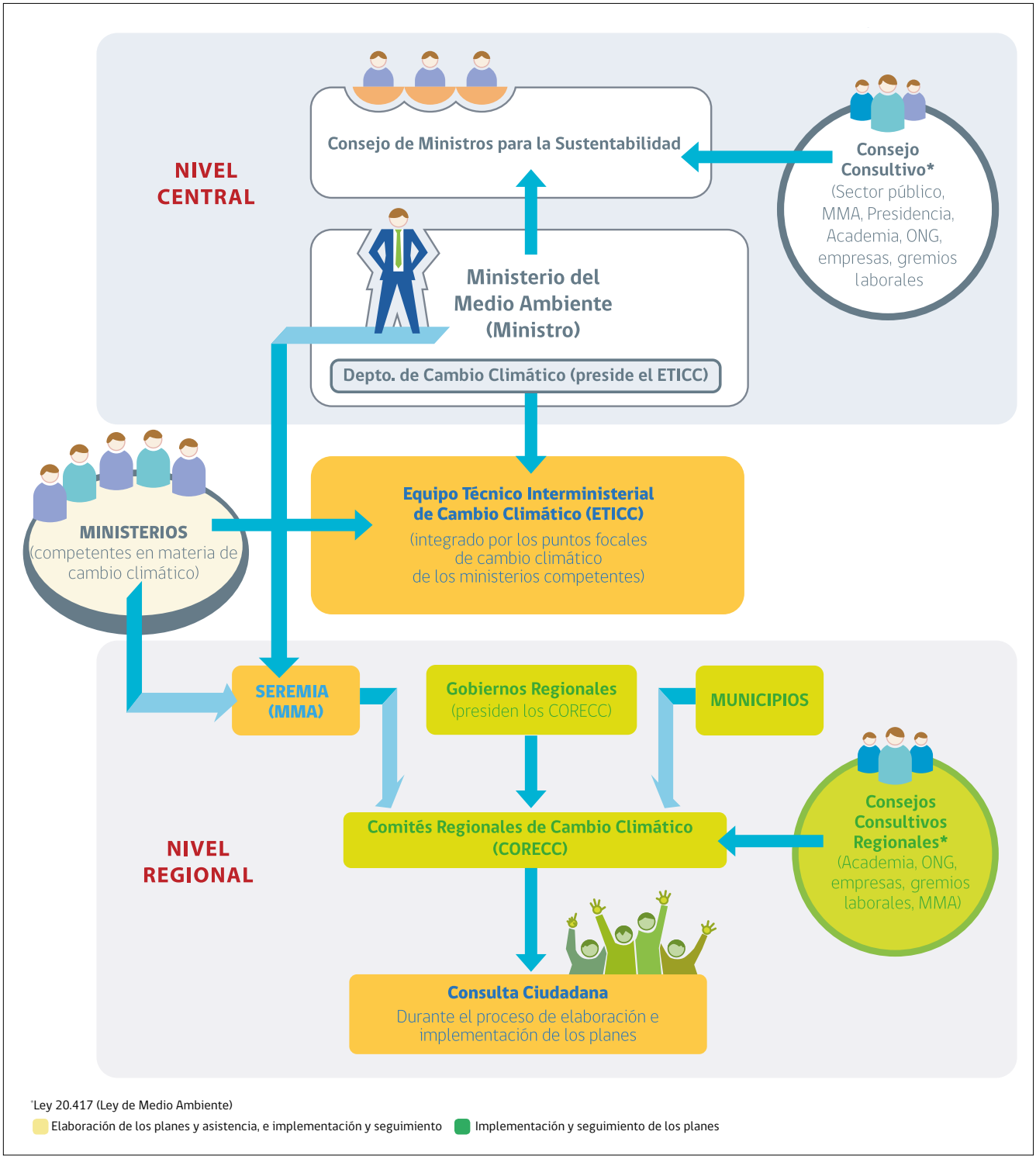
Archivo MMA.

Hoy día, los principales instrumentos vigentes son los siguientes:

- **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022.** Su objetivo es establecer un instrumento de política pública que integre y oriente todas las acciones referidas al cambio climático. (Anteproyecto en consulta pública, año 2016)
- **Ley 20.698.** Esta ley, firmada en 2013, establece que para el año 2025 el 20% de la energía producida en Chile provendrá de fuentes renovables.
- **Acciones tempranas de mitigación.** Chile asumió un conjunto de acciones de mitigación que fueron más allá de los compromisos establecidos en la Convención para los países no Anexo I. Entre las principales acciones tempranas de mitigación están el Programa de Eficiencia Energética y la Ley 20.257 de fomento de las ERNC.
- **Adaptación al Cambio Climático.** En la actualidad, Chile cuenta el "Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático", que ampara a todos los planes sectoriales y que fue aprobado el 1 de diciembre de 2014 por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, y con los siguientes planes sectoriales:
  - el Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario, aprobado en 2013 por el CMS, actualmente en ejecución,
  - el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, aprobado en 2014 por el CMS, en ejecución, y
  - el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, aprobado en 2015 por el CMS, también actualmente en ejecución.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y el PANCC 2017-2022 presentan una estructura operativa de gobernanza para el sector público. El manejo transversal e interministerial en materia de cambio climático lo canaliza el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), creado en 2015 y coordinado por el DCC, cuyos integrantes son los puntos focales ministeriales de cambio climático nominados por sus respectivas carteras. En las regiones, el tema se instala a través de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), presididos por el Gobierno Regional, con participación de las Secretarías Regionales Ministeriales (Seremis), los municipios y los representantes de los Consejos Consultivos Regionales (Figura 3).

Figura 3. Estructura operativa para la implementación de la política nacional en cambio climático



Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, 2014

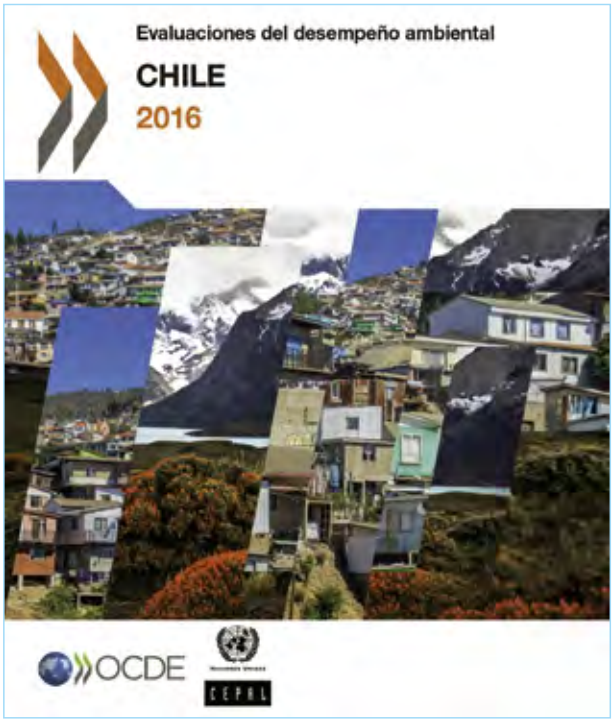
Evaluación OECD, MMA.

1.3.1. Evaluación de Desempeño Ambiental de Chile OCDE 2016

En julio Segunda Evaluación de Desempeño Ambiental por parte de la OCDE. Tras una primera evaluación realizada en 2005, en esta oportunidad se recibieron 54 recomendaciones.

En cuanto al cambio climático, la OCDE reconoce la existencia y efectividad de las instancias de coordinación interministeriales, pero, dado que la implementación de medidas y acciones depende en gran medida de la participación voluntaria de los ministerios y de que estos cuenten con las capacidades requeridas, recomienda a Chile "fortalecer y formalizar la base institucional de la política sobre cambio climático, con el fin de establecer responsabilidades bien definidas de implementación, de conformidad con la situación y los compromisos internacionales de Chile".

La OCDE también identificó la necesidad de adoptar e implementar políticas nacionales sobre cambio climático, de manera de superar las falencias detectadas en cuanto a la existencia de iniciativas con impacto positivo en el cambio climático, como el incremento de la eficiencia energética o la expansión de la generación de energía basada en energías renovables, que no se encuentran bajo un marco articulatorio común y que no siempre explicitan su relación con el cambio climático. En consecuencia, la OCDE recomienda "adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático, a fin de concretar la contribución prevista determinada a nivel nacional para el año 2030; aplicar las medidas de mitigación apropiadas para cada país o medidas alternativas para asegurar el cumplimiento de la meta establecida para 2020".



2. *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, 1990-2013*

2.1. Introducción

El presente es el Cuarto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) presentado por Chile ante la CMNUCC para dar cumplimiento al artículo 4, párrafo 1(a), al artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y a la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún.

El INGEI de Chile, que 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 (SF6) en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2013.

Bus del Reciclaje, MMA.

Las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) hacen referencia a 2013, último año del INGEI de Chile.

Puntos clave del INGEI de Chile serie 1990-2013

- En el 2013, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo FOLU) fueron de 109.908,8 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 113,4% desde 1990 y en un 19,3% desde el 2010. El principal GEI emitido fue el CO_2 (78,4%), seguido del CH_4 (10,7%), N_2O (10,0%), y los gases fluorados (0,9%).
- El sector Energía es el principal emisor de GEI (77,4%), mayoritariamente por el consumo de carbón mineral y diésel para la generación eléctrica y el consumo de diésel en el transporte terrestre.
- El sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) es el único que absorbe GEI en el país, y se mantiene como sumidero durante toda la serie temporal. Las absorciones netas del sector fueron de -26.119,2 Gg CO_2 eq debido principalmente al incremento de la biomasa en plantaciones forestales y en renovales de bosque nativo.
- El balance entre emisiones y absorciones de GEI de Chile (incluyendo FOLU) alcanzó los 70.054,4 Gg CO_2 eq.

2.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile

Desde 2012, el Área de Inventarios de GEI del Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (DCC del MMA) diseñó, implementó y ha mantenido el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), que contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento 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 trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción:

- Operación del SNICHILE
- Creación y mantención de capacidades
- Actualización del INGEI de Chile
- Archivo y difusión
- Sistema de garantía y control de calidad

El SNICHILE mantiene un plan de trabajo consistente en un ciclo bienal de actividades. Durante el primer año del ciclo se actualizan los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI) por los Equipos Técnicos Sectoriales, mientras que en el segundo año se compilan los ISGEI y se desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile por el Equipo Técnico Coordinador.

La elaboración del INGEI actual comenzó durante el primer semestre del 2015 y concluyó a mediados de 2016. El ISGEI de Energía fue actualizado por la División de Prospectiva y Política Energética de Ministerio de Energía; el ISGEI de IPPU fue actualizado por el DCC del MMA; el ISGEI de AFOLU fue actualizado por el Ministerio de Agricultura mediante la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, la Corporación Nacional Forestal, el Instituto Forestal y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias; y el ISGEI de Residuos fue actualizado en conjunto por la Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental y el DCC, ambos del MMA. Una vez concluido el proceso de actualización, los ISGEI fueron compilados por el DCC del MMA para la elaboración del INGEI de Chile y su respectivo Informe del Inventario Nacional de GEI, el cual pasa por un proceso de revisión nacional e internacional.

En conclusión, 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.

2.3. Tendencias de las emisiones de GEI de Chile

En 2013, el balance de emisiones y absorciones de GEI[3] de Chile contabilizó 70.054,4 Gg CO_2 eq, mientras que las emisiones de GEI totales[4] del país contabilizaron 109.908,8 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 113,4% desde 1990 y en un 19,3% desde 2010 (Tabla 2). Los principales causantes de esta tendencia son los sectores Energía y AFOLU. Los valores que se observa que escapan

Tabla 2. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por sector, serie 1990-2013

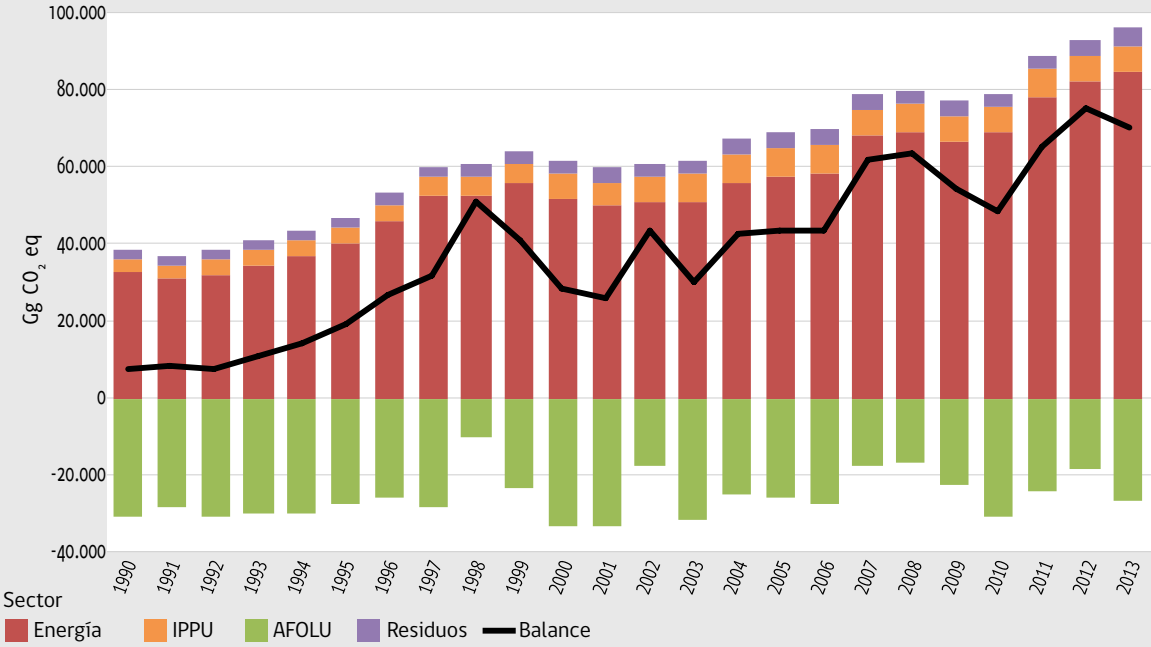
Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4
2. IPPU	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4
3. AFOLU	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2
Agricultura	12.633,5	13.580,7	12.879,8	12.741,7	13.285,0	13.735,2
FOLU	-43.499,8	-46.399,9	-43.394,2	-37.081,6	-31.695,8	-39.854,4
4. Residuos	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8
Balance (incluye FOLU)	8.006,8	29.101,5	48.719,9	64.995,1	74.899,9	70.054,4
Total (excluye FOLU)	51.506,6	75.501,4	92.114,2	102.076,7	106.595,6	109.908,8

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

[3] En el presente informe, el término «balance de emisiones y absorciones de GEI» o «balance de GEI» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO2 eq). Este término incluye al sector AFOLU en su totalidad.

[4] 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 (CO2 eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción de la Silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU) del sector AFOLU, pero incluye las emisiones de GEI correspondientes a la agricultura.

Figura 4. **INGEI de Chile: emisiones y absorciones de CO_2 (Gg CO_2 eq) por sector), serie 1990-2013**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

de la tendencia en el balance (Figura 4) son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales contabilizados en el sector AFOLU.

Las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO_2, representando un 78,4%, seguido del CH_4 con un 10,7% y del N_2O con un 10,0%. Los gases fluorados contabilizan colectivamente un 0,9% de las emisiones de GEI totales del país.

El sector Energía es el principal emisor nacional de GEI, representando el 77,4% de las emisiones de GEI totales en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 85.075,4 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 156,1% desde 1990 y a un 22,5% desde el 2010. En general, la principal causa es el aumento del consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica, así como el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina. Respecto de las subcategorías, Industrias de la energía (principalmente Generación de electricidad como actividad principal) es la de mayor importancia dentro del sector con un 45,3% de participación en 2013, seguida de un 28,9% de Transporte (principalmente el Transporte terrestre), 16,8% de Industrias manufactureras y de la construcción y 8,0% de Otros sectores (principalmente Residencial). La subcategoría Petróleo y gas natural contabilizó un 0,9%, y Combustibles sólidos un 0,1%.

El sector IPPU representó el 6,0% de las emisiones de GEI totales en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 6.619,4 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 111,7% desde 1990 y en un 10,2% desde 2010. En general, las principales causantes son el aumento sostenido de las producciones de hierro y acero, cal, ácido nítrico y cemento. Respecto de las categorías, el 37,7% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la Industria de los minerales, seguido de un 23,9% de Industria de los metales, 21,2% de Industria química, 10,4% de Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, un 4,7% de Manufactura y utilización de otros productos y, finalmente, un 2,1% de Productos no energéticos de combustible y uso de solventes.

El sector AFOLU es el único sector que consistentemente absorbe CO_2 en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitiga-

Central termoeléctrica, Archivo MMA.

ción. En 2013, el balance de GEI del sector contabilizó -26.119,2 Gg CO_2 eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 15,4% desde 1990 y en un 14,4% desde 2010. En general, esto se debe a que la categoría Tierras disminuyó sus absorciones, mientras que las emisiones de GEI de las categorías asociadas a la actividad agropecuaria (Ganadería y Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra) se han mantenido estables durante la serie 1990-2013. Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el 73,8% corresponde a Tierras, seguido de un 15,5% de Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra y, finalmente, un 10,6% correspondiente a Ganadería.

El sector Residuos representó el 4,1% de las emisiones de GEI totales en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 4.478,8 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 77,3% desde 1990 y en un 17,8% desde 2010. En general, la principal causante es el aumento sostenido de la generación de residuos sólidos y su disposición final en rellenos sanitarios. Respecto de las categorías, el 72,0% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la Disposición de residuos sólidos, seguido de un 26,7% de Tratamiento y descarga de aguas residuales, 1,3% de Tratamiento biológico de residuos sólidos y, finalmente, un 0,01% de Incineración y quema abierta de residuos.

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 y reportadas como partidas informativas, pero se excluyeron del balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

3. Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático

3.1. Antecedentes generales y políticas nacionales

Chile es un país vulnerable al cambio climático, ya que cumple con siete de las nueve características de vulnerabilidad definidas en la CMNUCC.

En el capítulo 3 se presentan las condiciones de vulnerabilidad del país a los efectos adversos del cambio climático y las medidas de adaptación que se están adoptando con el objeto de atender a las necesidades y preocupaciones de Chile en esta materia. La estrategia de adaptación se ejecuta a través de nueve planes sectoriales de adaptación y se coordina según la estructura operativa descrita en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de 2014 y en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.

San Javier, Macarena Mella.

3.2. Tendencias observadas y proyecciones nacionales de cambio climático

3.2.1. Condiciones atmosféricas

Las tendencias observadas en las temperaturas medias en Chile hasta 2010 exhiben un patrón de enfriamiento en las costas y calentamiento en el interior (valle central) y en los Andes. El enfriamiento en la costa coincide con el patrón de enfriamiento de las temperaturas superficiales del mar del Pacífico debido a la oscilación decenal del Pacífico (PDO) (Vuille y otros, 2015).

En los siglos XX y XXI las tendencias de las precipitaciones varían dependiendo de la región y el periodo considerados. En la zona norte (18°-30° sur) durante el siglo XX las precipitaciones muestran una importante variabilidad interdecadal asociada a la PDO. En el caso de la zona central (30-35° sur), las precipitaciones presentan variaciones decadales asociadas con la PDO, mientras que en la zona sur (37°-43° sur) se ha manifestado una tendencia a la disminución en el periodo analizado (1979-2014). En el periodo 2010-2015 la zona centro-sur del país (desde Coquimbo hasta la Araucanía) registró un déficit de precipitaciones cercano al 30% (Boisier y otros, 2016).

3.2.2. Proyecciones de temperatura y precipitación

Para la elaboración del Quinto Informe del IPCC, AR5, se desarrollaron nuevos escenarios de emisiones y concentraciones de GEI, denominados "Representative Concentration Pathways" (RCP). Con la ayuda de estos se generaron las simulaciones de la quinta fase del proyecto de intercomparación de las simulaciones de proyecciones de cambio climático (Coupled Modeling InterComparison Project 5, CMIP5).

En la Figura 5 se muestran las proyecciones de temperaturas para el periodo 2031-2050, para los dos escenarios extremos RCP2.6, RCP8.5, CMIP3-SRES A1B y de la simulación regional PRECIS-ECHAM5 para el escenario de emisiones A1B. El patrón de calentamiento es similar en todos los casos: mayor calentamiento en la zona altiplánica y menor en la región austral. El modelo regional, debido a su mayor resolución espacial y proyecta un mayor calentamiento en la zona andina.

Figura 5. **Mapas de cambio de temperatura para escenarios RCP y SRES A1B (GCM y RCM) para el periodo 2031-2050 en comparación con el periodo 1961-1990**

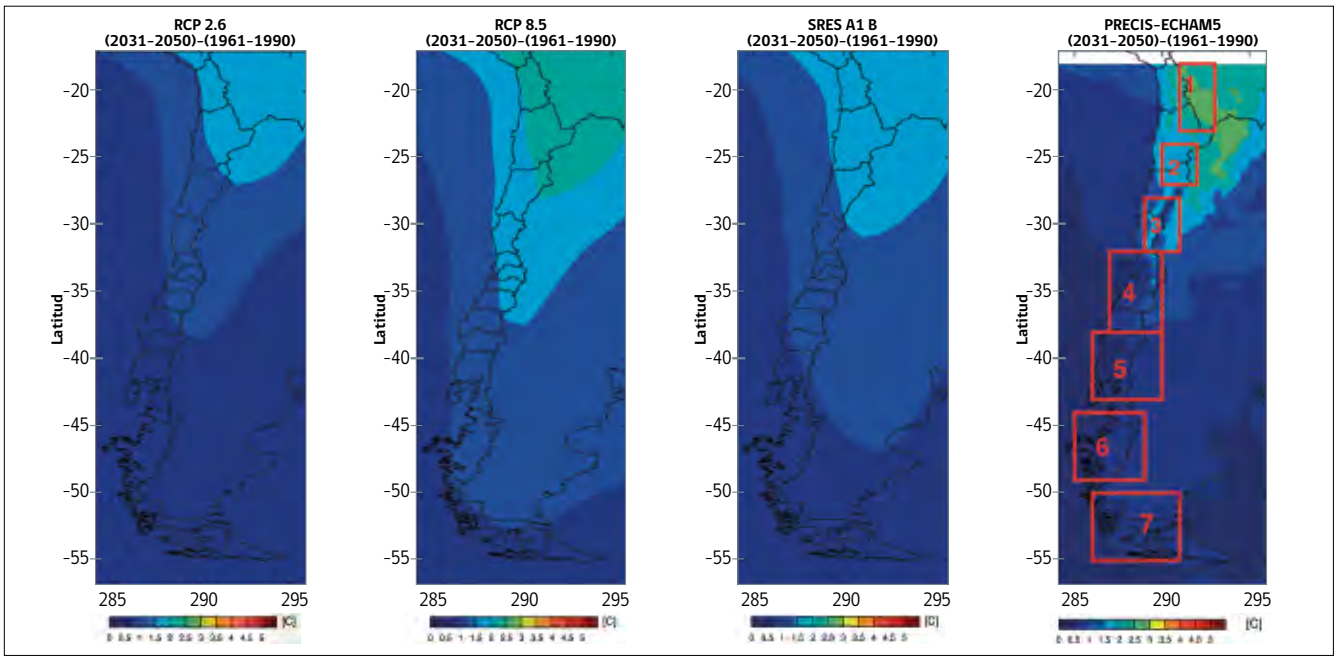
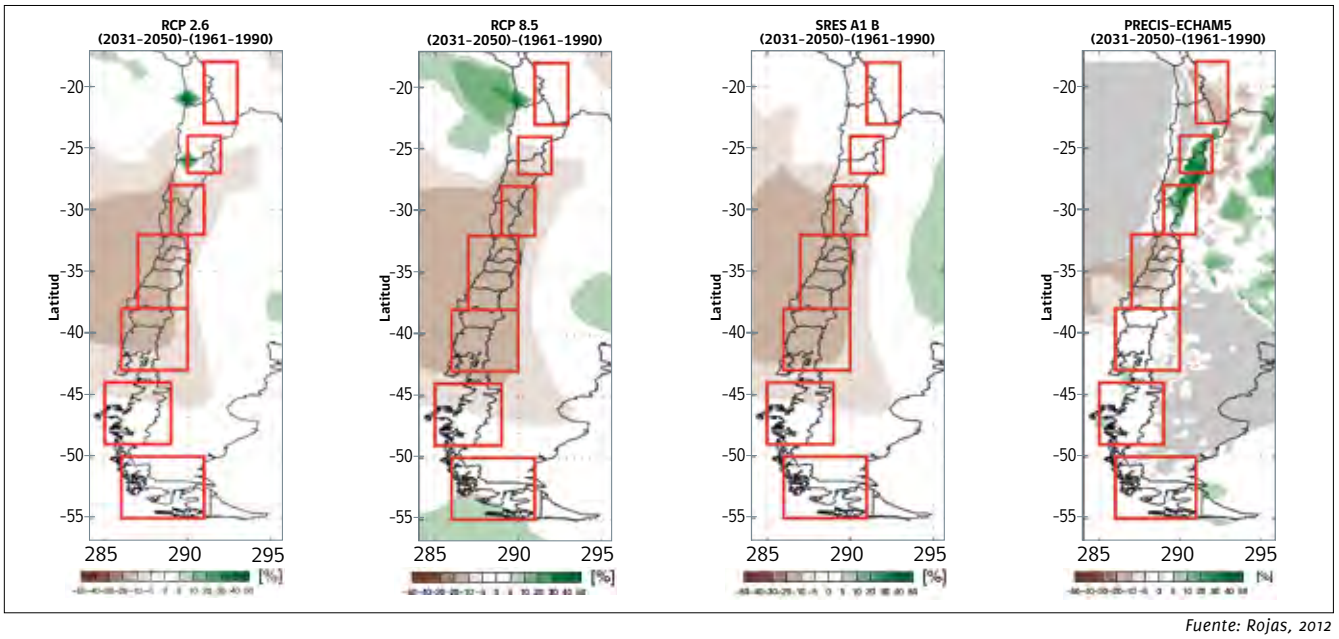


Figura 6. **Mapas de cambio de precipitación para escenarios RCP y SRES A1B (GCM y RCM) para el periodo 2031-2050 en comparación con el periodo 1961-1990**



Fuente: Rojas, 2012

En el caso de las precipitaciones, las tendencias en la Figura 6 indican que el periodo 2031-2050 sería más seco en comparación con la media histórica, y se prevé una disminución de entre 5% y 15% para la zona comprendida entre las cuencas de los ríos Copiapó y Aysén. Estas proyecciones se acentuarían hacia la zona sur del país, específicamente entre la cuenca del río Biobío y el límite sur de la Región de Los Lagos.

3.2.3. Variabilidad climática y eventos extremos

El clima de Chile está fuertemente influenciado por tres forzantes climáticas: la oscilación del sur El Niño (ENSO), la PDO y la oscilación antártica (AAO). ENSO se ha descrito como uno de los factores que explica la variabilidad climática observada en Chile central. En esa zona, la ocurrencia de ENSO se asocia a alteraciones en la ubicación e intensidad de los centros de altas presiones y a la frecuencia con que los sistemas frontales ingresan al territorio, estableciéndose en términos generales que en la fase cálida o fase Niño la probabilidad de observar precipitaciones es mayor de lo normal (Caviedes y Waylen, 1998). Por el contrario, se observa una tendencia a la reducción de los montos de precipitación cada vez que se registra una disminución significativa de la temperatura superficial del mar (fase La Niña) (Larkin y Harrison, 2002). Los forzantes climáticos tienen un impacto importante en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos como, por ejemplo, la "megasequía" (Garreaud y otros, 2015) que se extendió desde 2010 hasta 2015.

3.2.4. Condiciones en la criósfera y en el mar

Criósfera

Estudios recientes indican que los factores de variabilidad climática (ENSO, PDO) afectan considerablemente los regímenes de acumulación de nieve y caudales en la cordillera. Cambios históricos en las temperaturas han alterado el caudal de ríos de menor elevación, lo que sugiere el posible desarrollo de un futuro efecto umbral que podría desencadenarse al proseguir el aumento de temperaturas observado en las últimas décadas (Cortés y otros, 2011; Masiokas y otros, 2008; McPhee y otros, 2014).

Otro gran componente de la criósfera son los glaciares. Evidencia reciente indica una tendencia al retroceso en la mayoría de los glaciares de Chile. La dificultad para proyectar estas tendencias hacia un modelo de predicción radica en que no está establecida la influencia relativa de variaciones en la temperatura y en la precipitación sobre su evolución (Bown y otros, 2008; Casassa y otros, 1998; Masiokas y otros, 2009, 2016; Mernild y otros, 2015; Pellicciotti y otros, 2014; Rivera y otros, 2002, 2006).

Mar

En Chile la variación relativa del nivel del mar (NMM) respecto del suelo marino está condicionada por la actividad sísmica en la zona de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Un análisis a partir de los registros de hasta sesenta años de extensión en mareógrafos de la red nacional del SHOA (Contreras-López y otros, 2012) indica que las tasas de cambio del NMM difieren significativamente a lo largo del país. El lugar con la mayor tasa de aumento del NMM es Isla de Pascua, con 3,2 mm/año. Predicciones de uno de los escenarios conservadores de cambio climático para el año 2100 indican aumentos del NMM entre 0,2 y 0,3 m para distintas latitudes de Chile, valores que son coincidentes con las tasas de incremento estimadas por la Cepal (2011) y el informe del IPCC (Magrin y otros, 2014). Utilizando modelos numéricos, Albrecht y Shaffer (2016) proyectan aumentos del NMM en

Juan Fernández, Archivo MMA.

la costa de Chile de 34 a 52 cm para el escenario RCP4.5, y de 46 a 74 cm para el escenario RCP8.5 a fines del siglo XXI.

El aumento de las emisiones de CO_2 atmosférico está induciendo cambios en la química del agua de mar, disminuyendo su pH, bajando la disponibilidad de iones de carbonato y reduciendo el estado de saturación de carbonato de calcio. Este fenómeno, conocido como acidificación del océano, está ocurriendo a un ritmo más rápido en las regiones polares y subpolares, como la Antártica. El pH promedio de agua de la superficie se ha reducido en aproximadamente 0,1 unidades desde la revolución industrial y se esperan reducciones futuras de hasta 0,3 unidades para el año 2100 (IPCC, 2013).

Los Ríos, Archivo MMA.

3.3. Sectores vulnerables al cambio climático

Desde una perspectiva de vulnerabilidad, se espera que el país sea impactado de manera significativa por los fenómenos asociados al cambio climático. Los sectores más relevantes para Chile que son vulnerables al cambio climático son Recursos hídricos, Biodiversidad, Silvoagropecuario, Pesca y Acuicultura, Energía, Ciudades, Salud, Infraestructura, Turismo y Zonas Costeras.

3.3.1. Recursos hídricos

El sector Recursos hídricos es central porque influye en forma directa o indirecta en las características o productividad de los otros sectores. Los cambios esperados para el sector hídrico pueden afectar las distintas facetas de seguridad hídrica ya sea porque disminuye la cantidad de agua disponible para distintos usos productivos, para el sostén de medios de vida o ecosistemas valiosos, o porque aumentan los efectos negativos en términos de calidad de agua u ocurrencia de eventos extremos como desastres de origen hidrometeorológico. Por sus efectos en la seguridad hídrica, los recursos hídricos están conectados de manera directa con una serie de sectores y sistemas. Desde la 2CN se han logrado en Chile importantes avances en el estudio de estas conexiones y análisis de impactos indirectos mediados por los cambios en las condiciones hidrológicas. En la actualidad se cuenta con 37 cuencas o subcuencas analizadas desde una perspectiva hidrológica, aplicando modelos de simulación de escenarios climáticos tipo SRES o RCP.

Una de las cuencas más importantes para Chile es la del río Maipo, ubicado en Chile central, que posee una población de casi siete millones de personas, concentradas en la ciudad de Santiago. De acuerdo con los distintos escenarios evaluados por el proyecto MAPA, estos efectos podrían reducir drásticamente los volúmenes de agua almacenados en el embalse El Yeso, principal fuente de regulación de agua para la provisión de agua potable de la ciudad de Santiago. También se prevé un empeoramiento en las condiciones de suministro de agua para riego producto de un aumento en la demanda de agua y una disminución en la oferta de la misma durante la temporada de riego.

Pese a todos los avances relacionados con la información de los efectos que tienen los cambios ya observados y proyectados en el clima, se debe destacar la necesidad de generar modelos más precisos que permitan realizar modelaciones futuras, por ejemplo, identificando los efectos del aumento de la temperatura sobre la sublimación de nieves en la zona norte del país, o para entender la influencia de los glaciares rocosos en el régimen de escorrentía de los ríos.

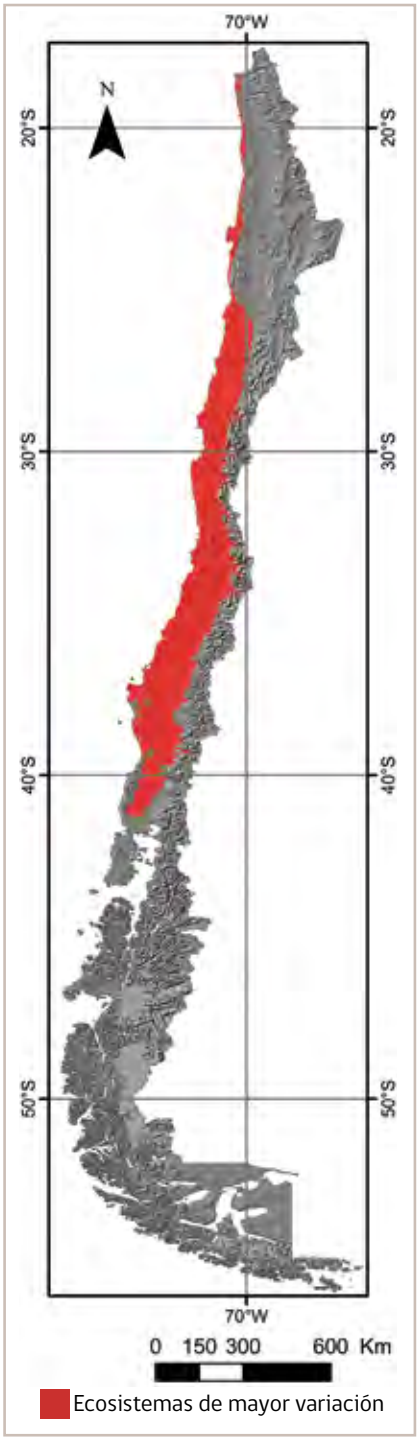
3.3.2. Biodiversidad

Desde la 2CN los estudios de vulnerabilidad para Biodiversidad se han actualizado tanto para especies como para ecosistemas. Los principales resultados indican una variación longitudinal de las formaciones desérticas hacia la vegetación andina y un avance latitudinal hacia el sur de las formaciones de matorral desértico y de bosque esclerófilo mediterráneo.

La actualización del análisis en los ecosistemas presentado por Marquet y otros (2010) mantiene el patrón de cambio latitudinal de los ecosistemas, concentrando la mayor variabilidad espacial en la zona mediterránea de Chile central y en la zona norte interior de la zona templada (Regiones de la Araucanía, de Los Ríos y Los Lagos), que corresponde a zonas dominadas por matorral y bosque esclerófilo, bosque espinoso y bosque caducifolio (Figura 7).

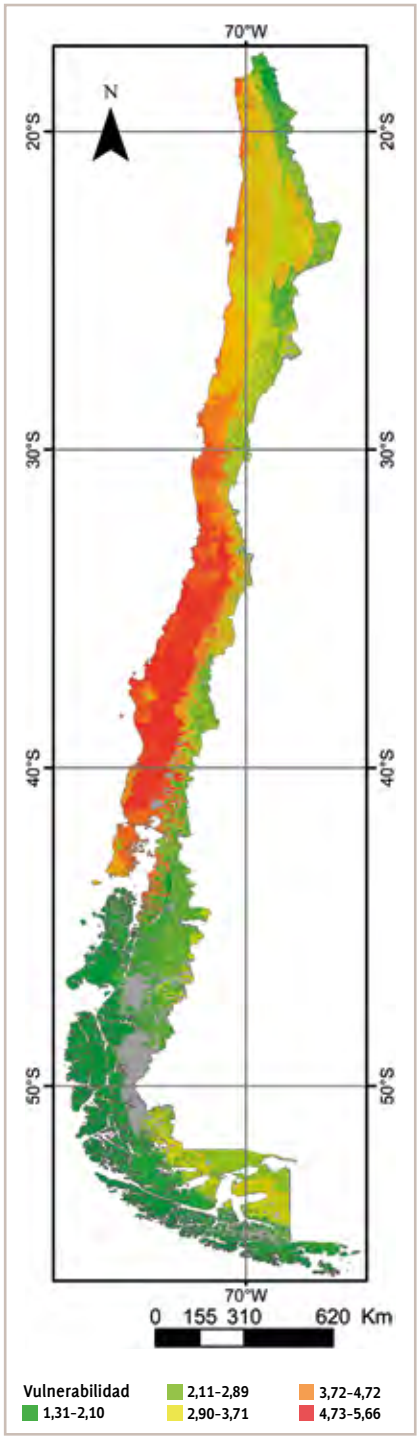
Aplicando el concepto de "estrés bioclimático" a los 127 ecosistemas terrestres (pisos de vegetación) e incluyendo diferentes tipos de presiones antropogénicas se calculó un índice de vulnerabilidad (Santibáñez y otros, 2013). El índice arrojó una tendencia al aumento de la vulnerabilidad hacia la zona central tanto por la mayor presencia antrópica como por los resultados del estrés bioclimático esperados. Los pisos con mayores valores en este índice se encuentran dentro de las formaciones de bosque caducifolio, espinoso y esclerófilo (Figura 8). El estudio concluye además que, ante los nuevos escenarios climáticos, los pisos vegetacionales tienden a reducirse y a fragmentarse en torno a su área actual más que a desplazarse.

Figura 7. Ecosistemas con mayor variabilidad espacial producto del cambio climático



Fuente: Pliscoff, datos no publicados

Figura 8. Índice de vulnerabilidad de ecosistemas (pisos de vegetación) para el escenario 2050



Fuente: Santibáñez y otros, 2013

Archivo CONAF.

Para analizar el impacto en las especies, la aproximación más utilizada corresponde a los modelos de distribución de especies o modelos de nicho (Guisan y Zimmermann, 2000). En el estudio de Marquet y otros (2010) se utiliza esta metodología, que permite caracterizar la distribución actual de una especie y proyectarla en escenarios futuros mediante variables climáticas y presencias conocidas. Como resultado de la modelación del nicho ecológico, la respuesta al cambio climático de las especies analizadas muestra para el periodo 2070-2100 que, en general, y aun cuando predominan reducciones en el área de distribución de especies para el caso de dispersión limitada, el número de especies que se extingue es reducido. Se observó que la respuesta es altamente dependiente de la capacidad de dispersión de la especie.

En el periodo modelado (finales de siglo), más de la mitad de las especies estudiadas podría expandir su rango de distribución, mientras que al considerar que las especies no pueden dispersarse la gran mayoría presenta disminuciones en el área de distribución proyectada. Estos resultados son consistentes con los cambios esperados para especies arbóreas nativas de la región mediterránea de Chile reportados en Bambach y otros (2013).

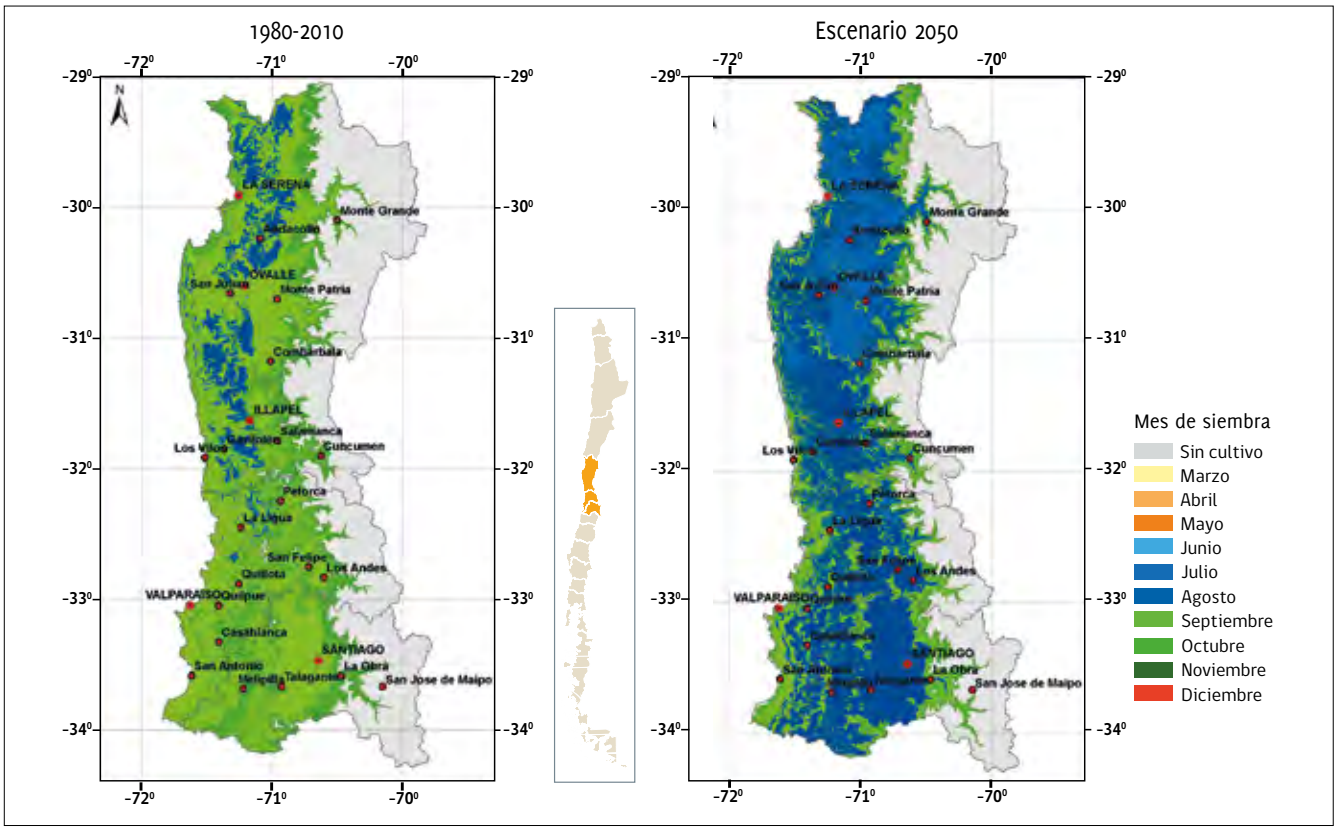
3.3.3. Silvoagropecuario

Se estima que este sector es uno de los más vulnerables a los fenómenos de cambio climático. La industria agropecuaria y forestal es una importante fuente de empleo, con una participación relevante en el producto geográfico bruto (PGB) del país. La 2CN presentó un análisis detallado de los potenciales impactos del cambio climático sobre el sector Agricultura. La mayor parte de las regiones agrícolas del país (Atacama a Los Lagos) sufrirían la aridización como consecuencia de la declinación pluviométrica que continuará durante el siglo XXI (AGRIMED, 2008). Una de las principales conclusiones de dicho estudio indica un desplazamiento de las actuales zonas agroclimáticas hacia el sur, especialmente en lo que se refiere a la fruticultura y la silvicultura (AGRIMED, 2008).

Las proyecciones de impactos en la productividad agrícola se actualizaron para algunos cultivos, considerando los nuevos escenarios climáticos RCP. Por ejemplo, según estimaciones basadas en el escenario RCP 8.5 para el maíz, hacia 2050 el potencial de producción se expandiría considerablemente hacia latitudes más al sur en relación con la extensión actual, desplazamiento explicado principalmente por los aumentos de temperatura en esas latitudes. Sin embargo, en la parte norte de la actual zona de producción se prevén disminuciones en el potencial productivo de entre 10% y 20%. Los requerimientos de riego disminuirían entre 10% y 30% como consecuencia de las siembras más tempranas, que permitirían un mayor aprovechamiento de las precipitaciones invernales. En relación con la estacionalidad de la siembra, en la zona centro-norte del país la fecha óptima de siembra se adelantaría a los meses de invierno por los aumentos de temperatura. En la zona de valle de la Región Metropolitana los adelantamientos serían hacia el mes de agosto, mientras que en las zonas más frías de precordillera las siembras continuarían siendo primaverales (Figura 9).

En general, las conclusiones derivadas de los estudios presentados en la Segunda Comunicación Nacional siguen vigentes. Estos resultados son consistentes con las evidencias, que no encontraron diferencias considerables en las principales variables climáticas entre las modelaciones derivadas de los escenarios SRES y RCP para la zona de Chile.

Figura 9. **Cambios en las fechas óptimas de siembra entre línea base (1980-2010) y escenario 2050 (RCP 8.5)**



Fuente: Agrimed, 2014

3.3.4. Pesca y acuicultura

Las pesquerías de la zona centro-sur de Chile son las más importantes del país, ya que concentran cerca del 45% de la producción nacional. La productividad de esta zona está determinada por el sistema de la corriente de Humboldt (SCH), uno de los más productivos del mundo tanto por su producción primaria (Daneri y otros, 2000; Fossing y otros, 1995) como por la producción pesquera (Bakun y Broad, 2003). El SCH se extiende desde Chile centro-sur (~ 42° S) hasta el norte de Perú (~ 4°-5° S). Los forzantes más relevantes en el contexto de cambio climático para el SCH serán los siguientes:

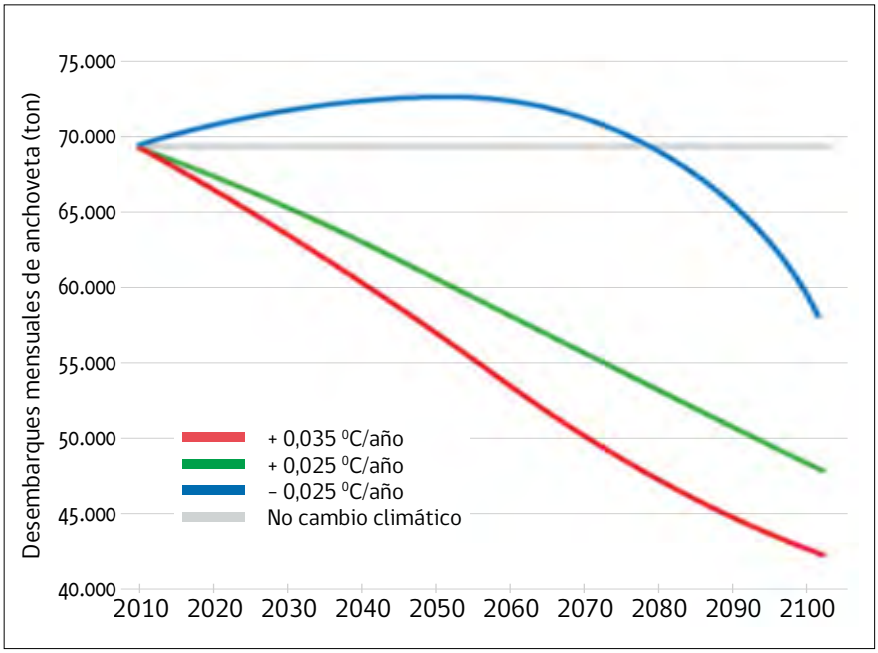
- cambios en la concentración de oxígeno ambiental en la columna de agua y en los sedimentos
- variaciones en la intensidad y dinámica espaciotemporal de las surgencias costeras
- cambios en la temperatura del mar
- cambios en la frecuencia e intensidad del ENSO
- cambios en la circulación (corrientes marinas)
- modificación de la dinámica espaciotemporal de estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo, filamentos, meandros, remolinos, jets)
- aumento del nivel del mar
- cambio en el aporte de agua dulce al ecosistema costero

Los potenciales impactos del cambio climático en las pesquerías y en la acuicultura chilena se enfocan principalmente en los efectos de la variabilidad interanual asociada a los eventos ENSO y PDO. La importancia de dicha variabilidad se relaciona en diferentes escalas espaciotemporales con efectos en la abundancia, sobrevivencia de los primeros estadios de vida, reclutamiento y cambios en la distribución de las especies.

En Chile al menos 11 recursos de peces y mariscos presentan diferentes niveles de vulnerabilidad al cambio climático: la anchoveta (*Engraulis ringens*), la sardina común (*Strangomera bentincki*), el jurel (*Trachurus murphyi*), la merluza (*Merluccius gayi*), especies de anguila congrio, cangrejos, la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), la macha (*Mesodesma donacium*), el ostión (*Argopecten purpuratus*), el loco (*Concholepas concholepas*) y el erizo de mar (*Loxechinus albus*).

Estudios sobre el impacto de futuros cambios en la temperatura superficial media (TSM) del mar proyectan un aumento en las capturas de anchoveta del norte de Chile en caso de que la TSM disminuya en 0,02 °C al año y disminuciones notables si la TSM aumenta en 0,034 °C al año o en 0,025 °C al año (Figura 10) (Yáñez y otros, 2014).

Figura 10. Proyección mensual de los desembarques de anchoveta en la zona norte de Chile, considerando cuatro escenarios de cambio climático



Fuente: Yáñez y otros, 2014

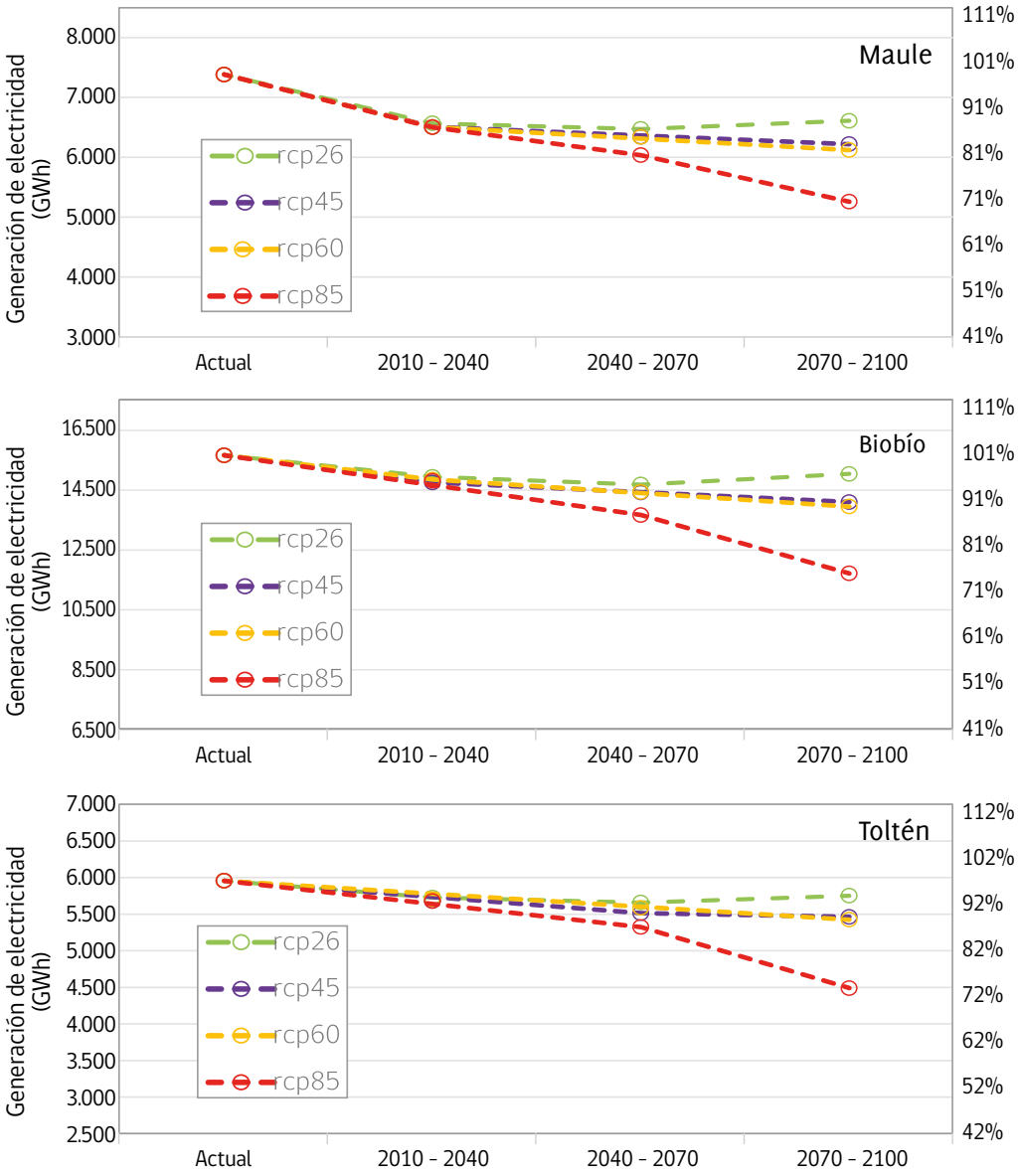
3.3.5. Energía

En términos de la oferta energética, se puede encontrar una serie de conexiones con las condiciones climáticas, en especial en el caso de aquellas fuentes de generación de tipo renovable. El caso más evidente es la generación hidroeléctrica, que depende de manera directa de la disponibilidad de recursos hídricos. En Chile, poco menos del 50% del suministro de electricidad en el SIC (de Taltal al sur) proviene de la generación hidroeléctrica, y en general, los planes de crecimiento de dicha oferta consideran esta fuente como un eje estratégico importante. Esto último se condice con estudios recientes (TECO Group y CCGUC, 2015) que muestran que todavía existe un importante potencial de generación para las cuencas del sur de Chile (cuencas al sur del río Maipo). En la Figura 11 se presentan los posibles impactos del cambio climático sobre la generación de energía eléctrica en tres de las cuencas más importantes del país.

3.3.6. Infraestructura

Los servicios y obras de infraestructura son el soporte de una amplia gama de sectores sociales y productivos, y por ende son facilitadores del desarrollo económico y el bienestar social, de la salud y de la calidad de vida de la población. En Chile se ha comenzado a caracterizar la vulnerabilidad de la infraestructura al cambio climático mediante estudios que caracterizan los potenciales impactos sobre los recursos hídricos (como recurso y como amenaza) y las implicancias de dichos impactos. Más aun, recientemente, el Ministerio de Desarrollo Social ha comenzado a desarrollar una Metodología para la Identificación y Evaluación de Riesgos de Desastres en Proyectos de Inversión Pública. Este esfuerzo requiere de una mejor descripción de los procesos físicos y de las condiciones de vulnerabilidad y exposición que detonan un desastre. En este proceso se ha detectado la necesidad de incorporar también el cambio climático. Cabe

Figura 11. Estimación del impacto del cambio climático en la capacidad de generación de electricidad asociada a proyectos futuros en las cuencas de los ríos Maule, Biobío y Toltén



Fuente: Teco Group y CCGUC, 2015

destacar que estos avances también han conducido al planteamiento de metodologías para evaluar el impacto del cambio climático sobre la infraestructura, de modo de contar con nuevas prácticas de diseño y de adaptación. Destaca el documento "Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP" (CCG-UC, 2012), que define una metodología para incorporar el cambio climático a los procesos de planificación, diseño y operación de obras.

Según los estudios realizados, los impactos asociados al cambio climático afectarían a infraestructura de

drenaje, obras fluviales, puentes, puertos y la infraestructura costera.

3.3.7. Ciudades

El estudio "Adaptación urbana al cambio climático" (MMA, 2014) consideró la vulnerabilidad urbana frente a la variabilidad y el cambio climático de las capitales regionales de Chile y analizó cómo dichas amenazas climáticas eran consideradas por los instrumentos de planificación territorial. Las cinco principales amenazas, de un total de catorce identificadas por este estudio, son, en orden de ocurrencia: inundaciones, aludes y aluviones, deslizamientos, sequías y aumento de la temperatura.

Una de las conclusiones de este estudio es que la institucionalidad nacional presenta limitaciones para desplegar las agendas de cambio climático en sus territorios nacionales. Se evidencia una falta de involucramiento de los gobiernos locales, lo que acentúa las condiciones de vulnerabilidad de algunas urbes a lo largo del territorio nacional.

En un análisis del MINVU (2016), realizado en el marco de la formulación del Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, se estima un índice de riesgo de impacto a eventos climáticos para cada capital regional, a partir de las amenazas de origen climático y la vulnerabilidad social establecida según datos de la encuesta CASEN. El índice de amenazas se compone de los eventos acontecidos y su probabilidad de ocurrencia según emplazamiento geográfico, incluyendo la amenaza de aumento del nivel del mar.

El estudio "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (años 1980-2010) y proyección al año 2050" (MMA, 2016b) proporciona información sobre el cambio climático al 2050 según el escenario RCP8.5 para 336 comunas chilenas.

En la Tabla 3 se presenta una síntesis de dos estudios (MMA, 2016, 2016b) para las quince capitales regionales chilenas. Cambios absolutos de precipitación de menos de 5 mm/año se han considerado como "0".

Tabla 3. Síntesis de riesgos de impactos de los eventos climáticos y cambios en temperatura y precipitación al 2050 según escenario RCP 8.5 para las quince capitales regionales de Chile

Ciudad	Riesgo de impacto	Amenaza potencial por subida del nivel del mar	Cambios en temperatura al 2050				Cambios en precipitación al 2050	
			estival	estival	invernal	invernal		
			(°C)	(%)	(°C)	(%)	(mm)	(%)
Arica	0,72	sí	2,2	11	2,5	17	0	0
Iquique	0,62	sí	2,1	10	2,4	16	0	0
Antofagasta	0,63	sí	2,1	10	2,2	16	0	0
Copiapó	0,57	no aplica	2,2	11	2,2	21	0	0
La Serena	0,76	sí	1,9	11	1,8	17	-10	-13
Valparaíso	0,89	sí	1,9	11	1,6	15	-68	-17
Santiago	0,64	no aplica	2,7	14	1,7	19	-51	-15
Rancagua	0,63	no aplica	2,2	11	1,7	19	-82	-15
Talca	0,66	no aplica	2,1	11	1,5	18	-132	-16
Concepción	0,85	sí	1,7	10	1,3	14	-150	-15
Temuco	0,69	no aplica	1,9	12	1,2	16	-192	-15
Valdivia	0,48	sí	1,6	10	1,1	14	-231	-13
Puerto Montt	0,75	sí	1,7	12	1,2	18	-229	-12
Coyhaique	0,41	no aplica	1,6	15	1,5	79	-85	-7
Punta Arenas	0,61	sí	0,9	11	1,5	94	92	4

Fuente: Area Adaptación, Departamento de Cambio Climático, MMA

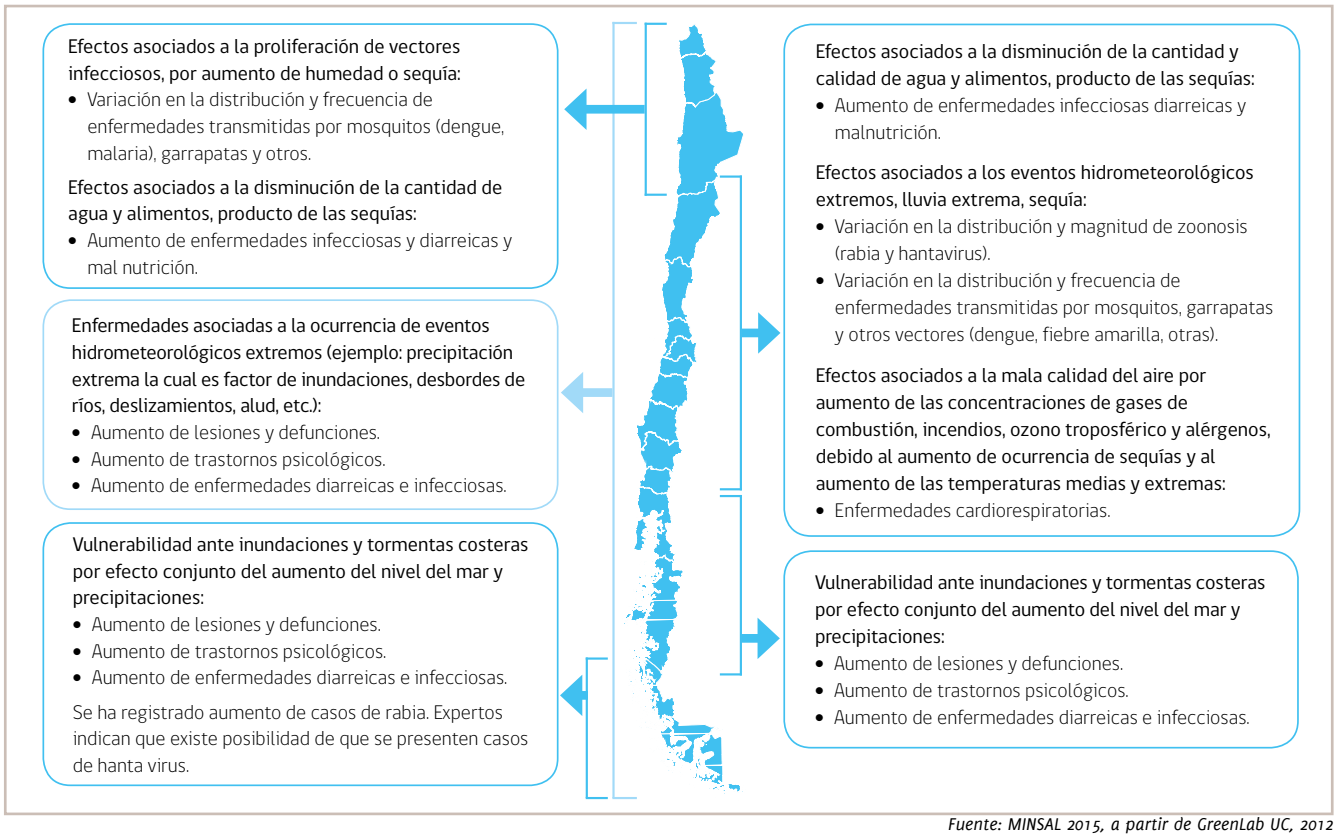
3.3.8. Salud

En los últimos cinco años el sector Salud ha generado información relevante respecto de la vulnerabilidad del sector a los impactos del cambio climático, así como sobre los posibles efectos que dichos cambios pueden tener sobre la población, lo que ha dado pie a la definición de estrategias y medidas específicas que permitan a la población y a la institucionalidad del país adaptarse a estas nuevas condiciones.

En general, la relación entre los impactos del cambio climático y sus efectos sobre la salud humana es compleja y multidimensional, por lo que es difícil aislar causas particulares, de modo que es necesario conocer sus interacciones para saber dónde concentrar los esfuerzos (GreenLab, 2012). El estudio "Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación" (GreenLab UC, 2012) proyecta los impactos en salud para el país de acuerdo con la modelación de escenarios climáticos SRES desarrollados por la CEPAL (2009), y con la literatura y experiencia internacional en el tema. Los resultados de este estudio fueron uno de los insumos principales para la redacción de la primera propuesta para el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud de Chile.

De acuerdo con ese estudio, los impactos en salud, ya sea nacionales o locales, se pueden clasificar de acuerdo con su escala de alcance. Los impactos de alcance nacional son aquellos que se esperan como consecuencia de la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, entre los cuales es posible incluir aquellos asociados al fenómeno ENSO. Estos eventos pueden causar un aumento de las enfermedades infecciosas y diarreicas, de enfermedades asociadas al consumo de agua y alimentos contaminados, variar la morbilidad por cambios de temperatura, y producir lesiones y defunciones por efecto directo de estos fenómenos, todo lo cual tendría un impacto significativo sobre grupos vulnerables de la población, así como sobre personas que realizan actividades al aire libre periódicamente en zonas de radiación solar intensa (GreenLab UC, 2012).

Figura 12. Síntesis de impactos a la salud relevantes para Chile producto del cambio climático, según zona geográfica



Fuente: MINSAL 2015, a partir de GreenLab UC, 2012

Se espera que haya impactos locales en la zona norte (entre la Región de Arica y Parinacota y el sector cordillerano de Antofagasta), en la zona centro (entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos), en la zona sur (entre el canal de Chacao y la Región de Aysén) y en la zona austral (la totalidad de la Región de Magallanes) (MINSAL, 2015).

3.3.9. Turismo

El clima es un recurso esencial para el turismo, especialmente para los segmentos turísticos como la playa, la naturaleza y los deportes invernales. Cambios en el clima y en los patrones del tiempo en destinaciones turísticas pueden afectar significativamente la comodidad del turista y sus decisiones de viaje, y tener efectos directos en el comercio turístico, en los patrones de demanda, en los flujos de visitantes y, consecuentemente, en las comunidades oferentes de servicios y actividades.

Según la Organización Mundial del Turismo, en 2014 Chile fue el séptimo destino para turistas extranjeros dentro de América y el tercer país de mayor recepción de turistas internacionales en América del Sur, superado solo por Brasil y Argentina. Actualmente, la industria turística nacional ha dejado de ser una actividad de menor relevancia; de hecho, contribuyó al 3,23% del PIB en 2010 (SERNATUR, 2014) y en 2015 Chile recibió cerca de cuatro millones de visitantes.

Entre las principales atracciones turísticas de Chile destacan su amplia costa y sus playas costeras, fluviales y lacustres; la cordillera de los Andes, con sus estaciones de esquí, sus montes y sus volcanes; las islas e islotes, entre las que destacan Isla de Pascua y Chiloé; y otros paisajes naturales integrados por reservas naturales, santuarios de la naturaleza, parques nacionales, monumentos naturales, sitios RAMSAR y reservas de la biósfera.

Pese a todas estas posibles conexiones entre el cambio climático y el sector turismo, no existen a la fecha estudios a escala nacional que estudien explícitamente los potenciales impactos ni la vulnerabilidad del turismo frente al fenómeno de cambio climático.

3.4. Adaptación al cambio climático

La estrategia chilena en materia de adaptación al cambio climático está definida en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del 2014 y en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, de 2016. Ambos planes, aprobados por el CMS, abordan la temática de la adaptación al cambio climático a través de planes sectoriales y una serie de medidas transversales e intersectoriales.

Según los compromisos que asumió el país en sus INDC de 2015, Chile contará en 2018 con Planes de Adaptación al Cambio Climático para los sectores Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y acuicultura, Salud, Infraestructura, Ciudades, Recursos hídricos, Energía y Turismo, los que serán actualizados cada cinco años.

Según el Reporte Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2016 (MMA, 2016c), el 70% de sus actividades se encuentra en su fase de implementación y el 4% está terminado.

Los cuatro planes sectoriales disponibles (Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y acuicultura, y Salud) se encuentran en una fase de gradual implementación facilitada por el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas. Estos planes abordan su respectiva adaptación sectorial a través de una serie de medidas, descritas como "fichas de acción", ordenadas según líneas estratégicas, objetivos específicos o ejes de acción.

Plan Silvoagropecuario (MMA, 2013)
Consta de 21 fichas de acción ordenadas según 5 líneas estratégicas: i) mejorar la competitividad de la agricultura; ii) fomentar la investigación y la innovación; iii) promover la sustentabilidad económica, social y ambiental; iv) transparencia y acceso a mercados, y v) modernizar el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y sus servicios.

Todas se encuentran en ejecución, con un promedio de 70,7% de avance. El MINAGRI se encuentra trabajando en la actualización de 2018, con lo que se dará inicio al segundo ciclo de planes sectoriales, tal como fue comprometido en el INDC chileno.

En el contexto de la implementación de este plan destacan dos proyectos: i) "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean region of O'Higgins", financia-

do por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas por un monto total de USD 9.960.000, y ii) el proyecto "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", financiado por el Fondo Chile México por un monto total de USD 261.087.

Plan Biodiversidad (MMA, 2014a)
Consta de 50 fichas de acción ordenadas según 4 objetivos específicos: i) investigación en biodiversidad y creación de capacidades en gestión, información y conciencia ambiental en el nivel nacional, regional y local; ii) promoción de prácticas productivas sustentables para la adaptación al cambio climático en biodiversidad y la mantención de los servicios ecosistémicos; iii) consideración de objetivos de biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial urbana, en los planes regionales de ordenamiento territorial (PROT) u otros, como mecanismo de adaptación al cambio climático; iv) fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en los ecosistemas y especies, en ambientes tanto terrestres como marinos, costeros, de aguas continentales e islas oceánicas, tanto en espacios rurales como urbanos y periurbanos.

De este plan, 37 medidas se encuentran en estado de implementación, con un estado de avance promedio del 37,2%. Destaca el proyecto "Diseño de una red de monitoreo de la biodiversidad y cambio climático",

Archivo MMA.

financiado por el Climate Technology Centre and Network (CTCN) por un monto de USD 250.000.

Plan Pesca y acuicultura (MMA, 2015a)
Consta de 29 fichas de acción ordenadas según 5 objetivos específicos: i) promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general; ii) desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustentan la actividad de la pesca y de la acuicultura; iii) difundir e informar los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector; iv) mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático, y v) desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

En el marco de la implementación de este plan destaca el proyecto "Fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola de Chile", financiado por el Special Climate Fund del GEF por un monto de USD 2.500.000.

Plan Salud (MMA, 2016)
Consta de 16 fichas de acción ordenadas según 8 ejes: i) fortalecimiento de la institucionalidad, ii) fortalecimiento del capital humano, iii) estudios, iv) vigilancia, v) promoción de la salud a la ciudadanía, vi) respuesta ante situaciones de emergencia, vii) disminución de la vulnerabilidad, y viii) atención de salud. Este plan se encuentra en etapa de aprobación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

4. Mitigación de gases de efecto invernadero

En Chile, las acciones que aportan a la reducción de emisiones de GEI se han desarrollado en un contexto sectorial. El MMA, en su rol de coordinador de las temáticas asociadas a cambio climático en el país, ha levantado información sobre las políticas e iniciativas con beneficios en mitigación de GEI, relevando esta variable como un indicador de los esfuerzos del país por cumplir los objetivos de la CMNUCC.

4.1. Chile frente a la mitigación

En la COP15 (2009, Copenhague) la ministra presidenta de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) planteó el compromiso voluntario que 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 el año 2007". La declaración también explicitó: "Para lograr este objetivo, Chile requerirá de un nivel relevante de apoyo internacional". Este compromiso voluntario ha dado pie al desarrollo de diversas actividades de mitigación en el país enfocadas en la reducción de emisiones de GEI.

El Acuerdo de París, adoptado en diciembre de 2015, por primera vez involucra a todas las Partes en una causa común para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos, y hace un llamado a los países a poner sus mejores esfuerzos en sus Contribuciones Nacionales Tentativas. Chile preparó su INDC en el marco de dicho acuerdo.

Firma acuerdo París, MMA.

4.1.1. Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC)

Chile presentó su INDC a la secretaria de la CMNUCC en septiembre de 2015. Los compromisos chilenos se dividen en 5 pilares: i) mitigación, ii) adaptación, iii) construcción y fortalecimiento de capacidades, iv) desarrollo y transferencia de tecnologías, y v) financiamiento.

Para el pilar de mitigación Chile optó por presentar su contribución usando el formato de intensidad de emisiones (toneladas de CO_2 equivalente por unidad de PIB en millones de CLP de 2011). Metodológicamente, se separó al sector UTCUTS del compromiso nacional de mitigación debido a la alta variabilidad anual de sus capturas y emisiones, y por ser menos dependiente de la trayectoria del crecimiento económico (Cuadro 1).

Cuadro 1. **Contribución nacional de Chile a la mitigación**

Meta en intensidad de emisiones:

a) Chile se compromete al 2030 a reducir sus emisiones de CO_2 por unidad de PIB en 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso[5].

b) Adicionalmente, y condicionado a la obtención de aportes monetarios internacionales (grant)[6], el país se compromete al 2030 a aumentar su reducción de emisiones de CO_2 por unidad de PIB hasta alcanzar una disminución entre 35% a 45% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando, a la vez, un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

Contribución específica del sector forestal:

a) Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de GEI en alrededor de 600.000 toneladas de CO_2 equivalente anuales, a partir del 2030. Este compromiso está condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.

b) Chile se compromete a forestar 100.000 hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representarán capturas de entre 900.000 y 1.200.000 toneladas de CO_2 equivalente anuales, a partir de 2030. Este compromiso está condicionado a la prórroga del Decreto Ley 701 y a la aprobación de una nueva Ley de Fomento Forestal.

En este contexto, todos los sectores cuantificados en el INGEI 1990-2010 están priorizados para realizar acciones de mitigación en Chile.

4.1.2. Evaluación de la mitigación en Chile

La información del inventario proporciona 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 eventualmente se verá reflejada en la tendencia de las emisiones de GEI del país.

Por otra parte, con el propósito de evaluar posibles escenarios de mitigación en los distintos sectores emisores, entre 2012 y 2013 se desarrolló el proyecto MAPS-CHILE, que además de crear capacidades e involucrar a la sociedad en el análisis de las opciones de mitigación de Chile dio los insumos base para elaborar el documento del INDC de Chile como un compromiso del país a largo plazo.

4.2. Acciones sectoriales de mitigación

En Chile se han implementado una serie de acciones que, si bien se diseñaron con propósitos sectoriales, por sus características han tenido impacto en las emisiones de GEI del país.

4.2.1. Sector Energía

En este sector, el rol normativo y regulatorio lo ejerce el Estado a través del Ministerio de Energía y sus ins-

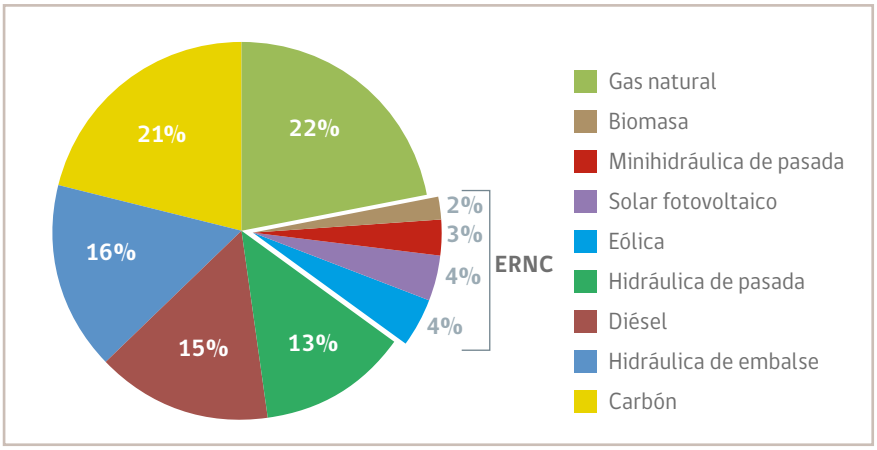
[5] Este compromiso asume un ritmo de crecimiento de la economía similar a la senda de crecimiento del país en la última década, exceptuando los años más críticos de la crisis financiera internacional (2008-2009).

[6] Este compromiso asume un ritmo de crecimiento de la economía similar a la senda de crecimiento del país en la última década, exceptuando los años más críticos de la crisis financiera internacional (2008-2009). Además, para efectos de este compromiso, se considerará aporte monetario internacional (grant) en este contexto aquel que permite implementar acciones que tengan efectos directos sobre las emisiones de GEI y en plazos adecuados.

tituciones dependientes o relacionadas, siendo el sector privado el responsable de realizar las inversiones.

En junio de 2016, la capacidad instalada total en la matriz energética nacional es de 20.627 MW. A partir de 2010, el sistema eléctrico chileno debe cumplir con una cuota de inyección de energías renovables no convencionales (ERNC). En 2005 la capacidad instalada de estas era de 286 MW, mientras que en 2016 ya era de 2.720 MW, lo que representa el 13,15% de la capacidad total de los sistemas eléctricos de Chile (Figura 13) (CNE, 2016).

Figura 13. **Capacidad total instalada en Chile por tipo de fuente, 2016**



Fuente: Energía Abierta, junio de 2016

El Ministerio de Energía, creado en 2010, es la institución pública responsable de elaborar y coordinar planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, y así asegurar que los chilenos puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables.

Durante los últimos seis años impulsó una serie de leyes y programas que contribuyen en forma directa o indirecta a las reducciones de las emisiones de GEI provenientes del sector:

- En 2011 el Ministerio del Interior y Seguridad Pública y el Ministerio de Energía oficializaron un instructivo sobre la aplicación de medidas de ahorro energético en la administración pública, cuya meta es lograr un mínimo de 5% de reducción del consumo eléctrico en los edificios públicos.
- En 2012 se lanzó la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, que define como meta la disminución en un 12% de la demanda proyectada de energía del país al año 2020, y cuyo principal pilar es la eficiencia energética.
- En 2013 se lanzó el Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE 2020), que establece una serie de medidas concretas bajo el alero de la Estrategia Nacional de Energía, con el propósito de alcanzar la meta de reducir un 12% la demanda de energía final proyectada al 2020.
- En 2013 se emitió la Ley 20.698 (Ley 20/25), que establece que la participación de las ERNC en la matriz de generación eléctrica en Chile debe llegar al 20% en 2025.
- En 2014 se presentó la Agenda de Energía y se constituyó un comité consultivo multiactor para elaborar la Política Energética del país.
- En 2015 el comité consultivo multiactor publicó "Hoja de Ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile", que incorpora una serie de objetivos y metas, como el levantamiento de las barreras existentes para las ERNC (el compromiso es que en 2025 el 45% de la capacidad de generación eléctrica provenga de este tipo de fuentes) y el fomento del uso eficiente de la energía como un recurso energético (la meta de ahorro es de 20% en 2025).

Otras actividades dirigidas a la reducción de los GEI del sector Energía se relacionan con la NAMA desarrollada por el Ministerio de Energía y la Agencia de Desarrollo Económico del Gobierno de Chile (CORFO) (ver 4.3. Otras acciones de mitigación), en un proyecto que fomenta la incorporación de sistemas de energías renovables para el autoabastecimiento.

4.2.2. Sector Transporte

De acuerdo con cifras del INGEI para el año 2013, en Chile las emisiones de CO_2 eq del sector las origina principalmente el transporte terrestre (88,9%), seguidas por la aviación nacional (4,1%), la navegación nacional (3,6%), otro tipo de transporte (2,8%) y ferrocarriles (0,6%).

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), a través de su Subsecretaría de Transportes, es la institución pública encargada de generar políticas, normas y condiciones para el desarrollo de sistemas de transportes.

Con la finalidad de fortalecer su rol planificador y de desarrollo se creó en 2012 la Coordinación de Planificación y Desarrollo, que gestiona los objetivos y tareas desarrollados por el Programa de Vialidad y Transporte Urbano (SECTRA), la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), la Unidad de Ciudades Inteligentes (UCI), la Unidad de Gestión de Corto Plazo (UGCP) y la Unidad de Gestión de Proyectos de Infraestructura (UGPI).

Para establecer un marco institucional que guíe el trabajo sectorial en el largo plazo, en 2013 se formuló la Política Nacional de Transportes (PNT), que fija los objetivos, principios e instrumentos que permiten planificar e implementar los sistemas de transporte que se necesitarán en el futuro, de modo de contribuir al desarrollo social y económico del país.

A continuación se mencionan ejemplos de los avances en mitigación del sector Transporte:

- En 2012 se actualizaron las normas de emisión, para reducir los contaminantes de los vehículos motorizados en todo el territorio nacional.
- En 2012 se promovió la incorporación de tecnologías vehiculares bajas en carbono a través de la Etiqueta de Consumo Energético en los vehículos nuevos, que durante 2012 fue voluntaria y a partir de 2013 comenzó a aplicarse obligatoriamente.
- En 2014 se desarrolló el proyecto Mejoramiento Tecnológico en Buses del Sistema de Transporte Público de Santiago (Transantiago) para entregar recomendaciones que facilitaran el proceso de renovación de flota proyectado para el periodo 2015-2022. Los objetivos eran mitigar las emisiones de contaminantes e incrementar la eficiencia energética del transporte público en Chile.
- Se reestructuró el ordenamiento del sistema de transporte público urbano con el objetivo de disminuir la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI, y se renovó la flota y los planes para mejorar la gestión energética de los buses.
- El programa de recambio tecnológico de flotas contribuye a la descontaminación del aire. Desde su puesta en marcha, en enero de 2015, se han renovado más de 2.850 buses en el territorio nacional.
- La promoción de alternativas modales fomenta el uso de medios no motorizados en las ciudades a través de la creación y el mantenimiento de ciclovías. En 2013 se aprobó el Plan Maestro de Ciclovías de Santiago, iniciativa que contempla el diseño y construcción de una red de aproximadamente 932 km de ciclovías para la capital. En 2014 se anunció el Plan de Ciclovías, iniciativa nacional que contempla la construcción de 190 km de ciclovías de alto estándar que se extenderán por las quince regiones del país.

4.2.3. Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)

El sector UTCUTS está compuesto por las emisiones y capturas provenientes de suelos forestales, praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, humedales y suelos desnudos. La contribución neta del UTCUTS a las emisiones de GEI del país es negativa porque su capacidad de capturar CO_2 supera sus emisiones. Las fuentes de captura son principalmente renovales de bosque nativo, regeneración del bosque nativo manejado y plantaciones forestales, mayoritariamente exóticas.

El Ministerio de Agricultura es la institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad de este sector en el país a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), el Instituto Forestal (INFOR), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), entre otros. Contribuye al desarrollo del sector mediante regulaciones y programas destinados a la transferencia de tecnología, la innovación y el apoyo financiero a pequeños productores, con el fin de potenciar la productividad y competitividad de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

En virtud de la capacidad de aporte a la mitigación del sector, en el INDC Chile presenta una contribución específica para este sector, asociada al manejo sustentable y la recuperación de bosque.

Archivo MMA.

Uno de los instrumentos clave para cumplir esta meta forestal es la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales (ENCCRV), que la CONAF está formulando e implementando para poner a disposición una plataforma legal, técnica, operativa y financiera que norme y promueva la conservación, recuperación y uso racional de los recursos vegetacionales, desde una lógica que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático, y a los consecuentes procesos de desertificación, sequía y degradación del suelo, con énfasis en aquellos territorios con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental del país.

Las principales directrices de la ENCCRV son el enfoque Reducción de Emisiones por Deforestación, Degradación Forestal y Aumento de Existencia de Carbono (REDD+) y el concepto de Degradación Neutral de la Tierra (LDN). Por otra parte, la estrategia será una herramienta para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

4.2.4. Sector Residuos

Las emisiones del sector Residuos provienen de la disposición final de residuos sólidos municipales, del tratamiento de aguas servidas y residuos industriales líquidos y de los respectivos lodos generados, de la incineración de residuos hospitalarios y del óxido nitroso emitido por las excretas humanas.

La mayor parte de los GEI de Chile en el sector provienen de residuos sólidos municipales, cuya gestión, que está regulada por el Código Sanitario, se delega a las municipalidades a través de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.

Actualmente, la política de gestión integral de residuos sólidos –a cargo del MMA– se está actualizando. Un hito en este contexto es la Ley 20.920, promulgada en 2016, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje, y obliga a fabricantes e importadores de seis productos prioritarios a recuperar un

porcentaje de sus productos una vez que terminan su vida útil.

4.2.5. Sector Minería

Chile es el primer productor de cobre del mundo. Sin embargo, la disminución de la demanda internacional producto de la desaceleración de la economía china —su principal comprador— en los últimos años generó una baja sustancial en los precios de venta, que impactó directamente en su aporte al PIB nacional. Independientemente de esta contracción de la industria, los consumos energéticos del sector han seguido en ascenso, al igual que las emisiones de GEI asociadas. Las emisiones directas del sector minero por uso de combustibles fósiles con fines energéticos durante 2013 (según el INGEI de Chile) alcanzaron los 5,3 millones de ton CO_2 eq. Según análisis de COCHILCO, el 76% de estas emisiones proviene del proceso de mina rajo, debido principalmente al significativo uso de diésel en las faenas.

El principal arreglo institucional dentro del sector es el Convenio de Cooperación firmado en julio de 2014 entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, cuyo objetivo principal es impulsar el uso eficiente de los recursos energéticos a través del fomento de una gestión energética, del uso de equipos y sistemas eficientes, y de la creación de una cultura de eficiencia al interior de las empresas socias. Entre las actividades que las empresas han desarrollado como resultado del Convenio se encuentran la realización de auditorías energéticas de las operaciones, la identificación de medidas de eficiencia y la definición de un plan de implementación a corto, mediano y largo plazos, además de mantener los registros apropiados para la evaluación de las actividades. Por su parte, el Ministerio de Energía se compromete a apoyar y facilitar el desarrollo de dichas actividades (Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, 2014).

En cuanto a mitigación del cambio climático, la gran mayoría de los avances del sector minero son iniciativas del sector privado.

Antártica, Archivo MMA.

4.3. Otras acciones de mitigación

Además de las acciones sectoriales, en Chile existen otras iniciativas para reducir los GEI, por ejemplo, los Acuerdos de Producción Limpia (APL), la construcción y el urbanismo sustentables y, especialmente, las acciones que voluntariamente han desarrollado empresas del sector privado. Destacan las actividades de los sectores Minería, Cemento y Acero, que han invertido en el cálculo de sus emisiones tanto para responder a las necesidades de la empresa como para informar a las asociaciones sectoriales internacionales. Además, los sistemas de manejo y gestión de la energía han incrementado la eficiencia energética de las empresas y en los últimos años también han permitido disminuir las emisiones de GEI. Por otro lado, respondiendo a las características individuales de cada rubro y a la necesidad de reducir costos e incrementar la competitividad, se han incorporado mejoras en los procesos y han reemplazado materias primas, entre otras iniciativas de mitigación.

4.4. Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA) chilenas

De acuerdo con la CMNUCC, el concepto de NAMA refiere a cualquier acción que reduzca emisiones en países en desarrollo relativa a las emisiones *business as usual* en 2020. Las NAMA están apoyadas y facilitadas por fondos internacionales, que se destinan a tecnología, financiamiento y creación de capacidades.

En octubre de 2010, la Oficina de Cambio Climático (ahora DCC) del MMA inició un proceso de levantamiento

de ideas y propuestas de NAMA de los principales sectores emisores de Chile, para las cuales se busca apoyo internacional. Con la apertura del prototipo de registro de NAMA y luego del registro oficial de la Convención (NAMA Registry), Chile ha podido concretar el trabajo y convertirse en el primer país del mundo en registrar una NAMA ante la Convención, en octubre de 2012.

En Chile se identifican seis NAMA sectoriales, con distintos niveles de madurez y de información disponible (Tabla 4). De ellas, cinco están registradas en el NAMA Registry. Algunas han sufrido cambios importantes en su diseño, los que quedan plasmados en el Segundo Informe Bienal de Chile. Las NAMA son complementarias a las acciones sectoriales de mitigación.

4.5. Medición, reporte y verificación de las acciones de mitigación

Medición, reporte y verificación (MRV) es un término usado para describir todas las medidas que tomen los países para recolectar datos de emisiones, acciones de mitigación y apoyo, compilar esta información en

Tabla 4. 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 (SSRE)	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	2015-2021	1,5 $MtCO_2e$.	- Se adjudicaron €15MM a través de NAMA Facility - El Nama Support Proyect (previo a la implementación) se encuentra en la etapa de planificación y preparación detallada
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 $MtCO_2e$	**Componente 1:** 3 taxis eléctricos operativos. **Componente 2:** 1 bus eléctrico operativo **Componente 3:** Sistema de bicicletas públicas implementado (18 estaciones); 2 nuevas ciclovías de alto estándar **Componente 4:** 3 nuevos ejes de semipeatonalización implementados o en implementación; 100 cicleteros de superficie instalados Progreso en reducción de emisiones se encuentra en estimación a julio 2016
Apoyo al diseño e implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	Apoyo técnico y económico para el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base de la ENCCRV, además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV	Forestal/ LULUCF		Apoyo al diseño e implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	Apoyo técnico y económico para el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base de la ENCCRV, además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV
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	Transversal	2012-2020	18,4 $MtCO_2e$	- 2015: se firman 17 acuerdos, acumulando 46 acuerdos desde 2012 - Reducción acumulada estimada: 2.224.083 tCO_2eq
Programa de valorización energética de residuos industriales (ex Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile)	Esta NAMA se encuentra en proceso de rediseño, cambiando su objetivo para conseguir un programa de valorización energética de residuos industriales	Energía, Residuos CO_2; CH_4	Por definir	Potencial de reducción en estimación	El diseño original de esta NAMA presentaba dificultades para su implementación, por lo que a través de apoyo internacional se encuentra en desarrollo un estudio para modificar el diseño de los objetivos de la NAMA, enfocándose en los beneficios energéticos del tratamiento de residuos industriales. Se espera contar durante 2016 con este nuevo diseño y con la estimación de reducciones potenciales

Fuente: MMA

reportes e inventarios y someterlos a alguna forma de revisión o análisis (International Partnership on Mitigation and MRV, 2014).

El objetivo de hacer MRV en Chile es promover la transparencia de las actividades de mitigación de GEI a través de mecanismos que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de sus objetivos. Si bien Chile reporta la implementación de sus acciones de mitigación a la comunidad internacional a través de los IBA y de sus comunicaciones nacionales, tal y como lo solicita la CMNUCC, poseer sistemas de MRV de acciones individuales es clave para evaluar su efectividad.

Desde 2011, Chile viene trabajando en sistemas de MRV independientes que han servido como herramientas de gestión para NAMA, además de crear capacidades en este ámbito a través del apoyo internacional de diversos proyectos, por ejemplo, la elaboración en 2014 del documento "Directrices para un marco genérico de MRV para NAMAS" (MMA, 2015), que explica cómo medir, reportar y verificar los impactos en las emisiones de GEI y otros co-impactos de las acciones de mitigación. Si bien se desarrolló para NAMA, puede usarse para cualquier tipo de acción que mitigue emisiones de GEI.

En Chile existen sistemas MRV para NAMA (por ejemplo, NAMA del sector forestal o NAMA de autoabastecimiento), para programas (por ejemplo, acuerdos de producción voluntarios o programas monitoreados por la ACHEE), para metas (por ejemplo, meta de eficiencia energética monitoreada por el Ministerio de Energía), etc. Estos sistemas están (o serán) desarrollados en distintas plataformas computacionales (Centro de Energía, 2016).

Energía eólica, Archivo MMA.

4.6. Acciones transversales de apoyo hacia una economía baja en carbono

El proyecto Low Emission Capacity Building (LECB-Chile), que se inició en 2012, es una iniciativa liderada por el PNUD en veinticinco países. El proyecto HuellaChile se originó en 2013 en el DCC del MMA y es la iniciativa oficial del Gobierno de Chile para la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de GEI corporativas para organizaciones que se encuentren en el territorio nacional. Es también una de las primeras instancias oficiales que promueve la participación activa del sector privado en la mitigación del cambio climático.

En 2014 el Gobierno promulgó la Ley de Reforma Tributaria, que incluye, por primera vez en Chile, tres impuestos verdes. El primero se aplica a vehículos livianos de acuerdo con su rendimiento urbano y emisiones de NOx. El segundo se aplica a fuentes fijas y grava las emisiones a la atmósfera de SO_2, NOx y MP. Se espera que estos impuestos tengan co-beneficios importantes pero indirectos en la reducción de GEI. El tercer impuesto verde es un impuesto directo a la emisión de CO_2 de USD 5 la tonelada.

5. Otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención

El capítulo 5 de la 3CN aborda los esfuerzos del país en tecnología, investigación, educación y desarrollo de capacidades nacionales, que dan cuenta de que el cambio climático es parte de la agenda nacional y está siendo enfrentado con acciones concretas por la sociedad chilena. Se mencionan las medidas y actividades implementadas entre el periodo 2010-2015, y se enlazan con los esfuerzos informados en la Segunda Comunicación Nacional. Los temas analizados, muy relevantes para el país, son la transferencia tecnológica en cambio climático; la observación sistemática del cambio climático; información relativa a programas de investigación sobre cambio climático; educación, formación y sensibilización pública acerca del cambio climático, y fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático.

Pinguinos, Archivo MMA.

5.1. Transferencia tecnológica en cambio climático

Los principales organismos involucrados en la coordinación de los mecanismos de transferencia tecnológica en Chile son el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI). Por otra parte, algunas instituciones que impulsan la implementación de acciones en transferencia tecnológica entregando financiamiento a instituciones ejecutoras son la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), la CORFO y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Como resultado de un trabajo constante en esta materia, liderado por el CNIC, en 2010 se publicó la Agenda de Innovación y Competitividad 2010-2020, que destacó el cambio climático como tema de interés nacional y como línea de investigación científica que se debía financiar en temas de agricultura y fruticultura (CNIC, 2010). En diciembre de 2015 se presentó el Programa Nacional de Innovación 2014-2018, que incluye un diagnóstico del estado de la innovación, investigación y desarrollo, y define la hoja de ruta para 2014-2018.

Las iniciativas públicas chilenas más relevantes en este ámbito entre 2010 y 2015 fueron elaboradas por las instituciones que se mencionan a continuación.

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

La CORFO, creada en 1939, es el organismo del Estado chileno encargado de impulsar la actividad productiva nacional. Se vincula a la promoción de tecnologías ambientales, incluyendo la mitigación y adaptación al cambio climático.

Entre 2012 y 2015 puso a disposición una serie de instrumentos de apoyo (cofinanciamiento) para proyectos vinculados a la mitigación y adaptación al cambio climático, que se dividen en instrumentos de desarrollo competitivo, innovación, inversión y financiamiento, emprendimiento y desarrollo de capacidades tecnológicas.

Desde 2013 la CORFO ha promovido la instalación en Chile de centros de excelencia internacionales dedicados a la investigación relacionada con el desarrollo sustentable del país, con la mitigación y adaptación al cambio climático, con la generación y acceso a la energía, y con la eficiencia energética. Destaca la instalación de los siguientes centros: Laborelec Chile, Center for Systems Biotechnology y Center for Solar Energy Technologies, ambos de Fraunhofer Chile Research, Marine Energy Research and Innovation Center (MERIC) y UC Davis Chile.

Además, a través del Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES), se implementó el Programa de Subsidios a Estudios de Preinversión en proyectos de ERNC, bajo el cual se han adjudicado 121 estudios con una potencia total proyectada de 2.232 MW. Asimismo, la CORFO ha entregado créditos por USD 137 millones en el periodo 2009-2012 para la ejecución de 15 proyectos de ERNC. También cuenta con el programa Consorcios Tecnológicos para la Innovación, a través del cual genera líneas de investigación científico-tecnológica de mediano y largo plazo que abordan temas de sustentabilidad frutícola, vitivinícola y acuícola, así como el fortalecimiento de programas de mejoramiento genético.

Ministerio de Energía

El Ministerio de Energía y sus instituciones asociadas, como la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), han sido actores clave en la transferencia tecnológica, ya que la incorporación de tecnología en este sector puede ser un gran aporte en la reducción de GEI. Entre 2007 y 2011, con el objeto de eliminar las barreras de información sobre la disponibilidad y calidad de los recursos energéticos renovables de nuestro país, el MINENERGIA elaboró y puso en marcha plataformas de información pública que permitieron caracterizar en etapas tempranas sitios aptos para el desarrollo de proyectos ERNC, específicamente de energía eólica, energía solar para autoconsumo, derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos, energía marina y bioenergía forestal.

Por ejemplo, en 2012 el Clean Technology Fund (CTF) asignó al Ministerio USD 200 millones para la implementación de cuatro grandes proyectos, con fondos ejecutados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la International Finance Corporation (IFC) del Banco Mundial. Los siguientes son los proyectos que conforman esta cartera:

- Proyecto de Planta Solar de Concentración
- Programa Fotovoltaicos de Gran Escala
- Programa de Eficiencia Energética y Energías Renovables para Autoabastecimiento
- Programa de Mitigación de Riesgos de Geotermia

Ministerio de Obras Públicas

La Dirección de Arquitectura (DA) del MOP ha publicado los siguientes documentos sobre eficiencia energética en edificación pública: "Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos", "Manual de gestión de la energía en Edificios Públicos" y "Términos de referencia estandarizados de eficiencia energética y confort ambien-

Archivo MMA.

tal, para licitaciones de diseño y obra de la Dirección de Arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios".

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

En el país se realiza la observación sistemática del clima y su variabilidad a través del monitoreo de parámetros meteorológicos, atmosféricos, oceanográficos y terrestres relevantes. Los programas de observación ejecutados entre 2010-2016 se llevan a cabo en un contexto nacional e internacional, a saber:

Antártica, MMA.

5.2.1. Programas nacionales de observación del clima

Los programas nacionales de observación del clima involucran aspectos meteorológicos y oceanográficos vinculados a distintas zonas climáticas, y están especialmente dirigidos a la agricultura, la navegación marítima y aérea, y la meteorología en general, es decir, no están orientados al estudio sistemático del cambio climático.

Los respectivos programas involucran el monitoreo del tiempo atmosférico, a cargo de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y de la Dirección General de Agua (DGA), y la cooperación interinstitucional para el establecimiento de redes agrometeorológicas.

Dirección Meteorológica de Chile

La DMC, dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil, es la institución del Gobierno que observa el tiempo atmosférico. Cuenta con un sistema de estaciones que monitorea cada hora variables relevantes de temperatura y presión atmosférica, precipitaciones, dirección e intensidad del viento, tipo y altura de la nubosidad, visibilidad y humedad relativa del aire. La DMC opera 96 estaciones con estándares internacionales desde Arica a la Base Frei, en el territorio antártico chileno, de las cuales 60 transmiten en tiempo real y en línea, a través de la página web. Además, tiene 23 estaciones que realizan tres observaciones diarias, y 71 estaciones que solo miden el parámetro de precipitación y temperaturas extremas. También opera una red de cinco radiosondas que permite monitorear el perfil vertical de la atmósfera, con variables que incluyen temperatura, presión, humedad y viento. Treinta estaciones de la DMC forman parte del programa de vigilancia mundial de la atmósfera de la Organización Meteorológica Mundial. La DMC también posee 22 estaciones de monitoreo de radiación UV a lo largo del país.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada

El SHOA es otra institución pública que monitorea variables relevantes para la observación del clima. Su misión principal es proporcionar información y asistencia técnica que permita la navegación segura en el mar territorial, en las vías lacustres, fluviales, en mares interiores y en alta mar contigua al litoral chileno. Monitorea permanentemente el nivel del mar, la temperatura superficial del agua y del aire, y la presión atmosférica en una serie de estaciones costeras ubicadas a lo largo de Chile continental, insular y el territorio antártico chileno. Además monitorea el fenómeno ENSO.

Dirección General de Aguas

Debido a la importancia de los glaciares como indicadores del cambio climático, en 2008 se creó en la DGA la Unidad de Glaciología para contar con un programa glaciológico nacional que inventaríe, estudie y monitoree los glaciares a lo largo del país. En 2009 la

DGA publicó la Estrategia Nacional de Glaciares, cuya implementación gradual de largo plazo permitirá conocer la respuesta presente y futura de los glaciares al calentamiento global.

Red Agroclimática Nacional (RAN)

En 2013 se conformó esta red, integrada por el INIA, el Centro Cooperativo para el Desarrollo Vitivinícola, la Asociación de Vinos de Chile, la Asociación de Exportadores de Chile y la Fundación para el Desarrollo Frutícola. LA RAN, que se creó para asegurar el libre acceso, la calidad, oportunidad y continuidad de la disponibilidad de información meteorológica para la toma de decisiones del sector agropecuario, está integrada por 322 estaciones meteorológicas automáticas pertenecientes a las redes Agroclima, Agromet y Meteovid de los miembros del Consorcio Técnico, que se encargan de su óptimo funcionamiento. La RAN es la red de mayor cobertura nacional y con el mayor número de estaciones, ubicadas en sectores de interés para las decisiones del agro (Agroclimático, 2013).

5.2.2. Participación en observación del clima a escala internacional

Chile participa en diversos esfuerzos internacionales de observación del clima. El SHOA, la DMC, el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura integran la Comisión Permanente del Pacífico Sur, junto con instituciones de Colombia, Ecuador y Perú. En conjunto coordinan actividades de observación e investigación y mensualmente elaboran un Boletín de Alerta Climático en relación con el fenómeno ENSO, que reporta las temperaturas superficiales del mar y el nivel del mar. Los monitoreos de las estaciones específicas se reportan además a los centros de datos reconocidos por el Sistema Mundial de Observación del Nivel del Mar (GLOSS), programa coordinado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

Además, Chile a través de la DMC aporta con 17 estaciones de monitoreo a la red Global Climate Observing System (GCOS) de la Organización Meteorológica Mundial. Para la red World Weather Watch, también de la OMM, que se encarga de la observación del tiempo atmosférico, la DMC contribuye con 25 estaciones de superficie y cinco de radiosonda.

Archivo MMA.

5.3. Programas de investigación sobre cambio climático

5.3.1. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)

CONICYT, que depende del Ministerio de Educación, se orienta hacia dos grandes objetivos: el fomento de la formación de capital humano, y el fortalecimiento de la base científica y tecnológica del país. A través de diversos programas, entre 2008 y 2015 financió 640 proyectos que tienen alguna relación con el cambio climático. De ellos, el 24,1% se relaciona con el sector Energía, que incluye nuevas formas de energía y ENRC; el 15,2% son estudios de los ecosistemas, seres vivos y su adaptación a los cambios en el clima; el 8,6% estudios relacionados con el déficit hídrico, cuencas hidrográficas y su respuesta ante los cambios posibles; el 7,7% sobre agricultura y su capacidad de adaptación; el 7,2% sobre el desarrollo de nuevos biocombustibles desde diferentes orígenes, y el 5,5% sobre glaciares y estudios realizados en la Antártica.

El 57% de esos proyectos fueron financiados por FONDECYT, el 21% por el PCI, el 11% por FONDEF y el 11% por los programas Regional PIA, FONDEQUIP, FONDAP y FONIS.

Tabla 5. Centros de excelencia en materia de cambio climático

Programa	Centro de investigación	Institución patrocinadora	Año de creación
FONDAP	Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA)	Universidad de Chile	2010
	Centro de Investigación en Energía Solar (SERC-CHILE)	Universidad de Chile	2012
	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)	Universidad de Chile	2012
	Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012
	Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012
	Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR)	Universidad de Concepción	2012
	Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)	Universidad de Concepción	2013
Programa Regional	Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA)	Universidad de Magallanes, Instituto Antártico Chileno, Instituto de Fomento Pesquero	2002
	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	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	2005
	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH)	Universidad Arturo Prat, Minera Doña Inés de Collahuasi, Minera BHP-Billiton Cerro Colorado, CONADI	2009
PIA	Centro de Estudios Científicos (CECS)	Centro de Estudios Científicos (CECS)	1984
	Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPAS) Oriental	Universidad de Concepción (principal) y Universidad Austral de Chile (asociada)	2002
	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	2008
	Centro Científico Tecnológico de Valparaíso	Universidad Técnica Federico Santa María	2009
	Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad, CAPES	Pontificia Universidad Católica de Chile (principal), Universidad Adolfo Ibáñez (asociada)	2013

Fuente: CONICYT

Por otra parte, tres programas de CONICYT financian algunos centros de investigación que apoyan el estudio del cambio climático en el país, el Fondo de Financiamiento de Centro de Investigación en áreas prioritarias (FONDAP), el Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica y el Programa de Investigación Asociativa (PIA).

5.3.2. Fondo de Protección Ambiental (FPA)

El FPA, manejado por el Ministerio del Medio Ambiente, es el único fondo concursable que otorga el Estado de Chile en temas ambientales. Apoya iniciativas ciudadanas y financia total o parcialmente proyectos que tengan como objetivo la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. En la Tabla 6 se presentan algunos proyectos financiados por el FPA.

Tabla 6. Proyectos relacionados con el cambio climático financiados por el FPA

Proyecto	Organización	Año
Bosques de Santiago andino: opciones de valoración y recuperación	Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile	2012
Desarrollo de una tecnología alternativa a la quema de rastrojos mediante inoculantes provenientes de biodigestores	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile	2014
Atlas del cambio climático en la zona de régimen semiárido de Chile	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile	2014
Determinación de índices de extremos climáticos para la visualización de cambio climático y su posible incidencia en los recursos hídricos de la región	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos de la Universidad Arturo Prat	2014
Nunatak-Chile, Primer Laboratorio Natural sobre Contaminación Glaciar y Cambio Climático: levantamiento de línea de base	Universidad Técnica Federico Santa María	2014

Fuente: MMA

5.3.3. Participación del país en actividades de investigación con instituciones internacionales bilaterales o multilaterales

Entre 2011 y 2015, investigadores chilenos participaron en forma permanente en diversas redes orientadas a la investigación sobre sustentabilidad ambiental y cambio climático a escala latinoamericana e internacional, como el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), Euroclima y la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC).

5.3.4. Centros nacionales de investigación en áreas ligadas al cambio climático

Los principales son el Instituto Antártico Chileno (INACH), el Centro de la Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica (CCG-UC), la Universidad de Concepción, el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), el Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático de la Universidad Santo Tomás, el Centro de Estudios Científicos (CECS) de Valdivia, el Centro de Investigación de Energía Solar (SERC-CHILE) y el Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN).

5.4. Educación, formación y sensibilización pública en cambio climático

5.4.1. Política Nacional de Educación

La Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable (2009) establece los principios, objetivos y líneas estratégicas para que la educación 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, en el 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 creación de material informativo y de apoyo docente, y la ejecución de proyectos específicos de educación para la sustentabilidad con un enfoque en actores y contextos locales.

Archivo INIA.

En este ámbito destacan el Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales (SNCAE) y el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), cuyo objetivo es potenciar a los municipios como modelos de gestión ambiental integral, con la participación de los funcionarios y los vecinos. Un aspecto relevante del SCAM es que incorpora a la normativa municipal la dimensión ambiental y desarrolla acciones concretas para la protección del medio ambiente y la disminución de GEI. En 2016, el sistema operaba en todas las regiones del país que cuentan con municipios certificados en sus tres niveles (SCAM, 2016).

5.4.2. Ley General de Educación

En un trabajo conjunto, el Ministerio de Educación y el MMA lograron incluir en la Ley General de Educación de 2009 materias afines al cambio climático en el currículo nacional y los programas de estudio de primero a sexto básico y de séptimo básico a segundo medio. Asimismo, han elaborado algunos recursos de aprendizaje y material de difusión, entre ellos "Educación para el desarrollo sustentable: cambio climático" y "Cómo llegamos a ser una comunidad educativa sustentable".

En Chile se imparten programas de educación superior y de posgrado para la educación de profesionales en la temática del cambio climático (Tabla 7).

Tabla 7. Programas de educación superior y de posgrado

Programa de estudios	Universidad
Magíster en Cambio Climático	Universidad de Concepción
Magíster en Recursos Naturales con especialidad en Cambio Climático	Pontificia Universidad Católica de Chile
Magíster en Mecanismo de Desarrollo Limpio y Eficiencia Energética	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Diplomado Planificación Ambiental de Proyectos	Pontificia Universidad Católica de Chile
Diplomado Tecnologías para Enfrentar el Cambio Climático Abrupto	Universidad de Santiago de Chile
Diplomado Internacional de Verano Comunicación para la Sostenibilidad y la Cultura del Cambio Climático	Universidad Academia de Humanismo Cristiano

Fuente: MMA

5.4.3. Procesos de Participación ciudadana asociados al cambio climático

Entre el 2012 y 2016 el Ministerio del Medio Ambiente ha realizado siete procesos de consulta pública de instrumentos estratégicos en temas relacionados con el cambio climático.

Tabla 8. Procesos de consulta pública del Ministerio del Medio Ambiente en temas de cambio climático

Instrumento	Inicio	Cierre	N° observaciones recibidas
Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario	11/06/2012	30/09/2012	566
Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Biodiversidad	01/07/2012	30/08/2013	159
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	11/11/2013	23/12/2013	322
Contribución Nacional Tentativa	17/12/2014	15/04/2015	> 250
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura	20/04/2015	30/206/2015	100
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Salud	05/10/2015	14/12/2015	s/i
Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II)	18/04/2016	04/08/2016	s/i

Fuente: MMA

5.4.4. Campañas de difusión y sensibilización pública

En 2009 se ejecutó la primera campaña nacional de sensibilización pública sobre cambio climático, denominada "Enfrenta el cambio climático". Apuntó a posicionar el tema y relevar la urgencia de actuar en el país. Los medios de difusión fueron la radio, la televisión y la página web del MMA.

Uno de los sistemas de comunicación y difusión para educadores ambientales fueron una revista y un boletín electrónico. La *Revista de Educación Ambiental* tiene dos números al año, con un tiraje de dos mil ejemplares, que se distribuyen en los establecimientos educativos del SNCAE. El boletín *Hora Sustentable* se envía a más de dos mil personas, mayoritariamente docentes.

El MMA ha elaborado diversos materiales y recursos de apoyo. Uno de ellos es un video de cambio climático y huella de carbono que entrega en forma sintética contenidos de cambio climático y sobre cómo niños y niñas pueden combatir el cambio climático a través de la huella de carbono. Se creó también la serie animada La plaza imaginaria, enfocada en el cambio climático y el cuidado del medio ambiente, y la calculadora de huella de carbono ciudadana, que permite en pocos minutos cuantificar la huella de carbono de una persona sobre la base del impacto de sus actividades, consumo y hábitos, y luego se le entregan consejos para reducir su huella de carbono personal. Finalmente, durante 2014 y 2015 se utilizó el lema "Si yo no cambio cambia el clima", con el cual se realizaron intervenciones en las redes sociales del MMA.

5.4.5. Percepción del cambio climático

A fines de 2015 se realizó la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Los resultados indican que el principal problema ambiental del país, según la percepción de las personas, es la contaminación del aire (33% de los encuestados), seguido de la basura en las calles (19%) y la contaminación en general (8%). Por otro lado, el 72% de los encuestados cree que cuidar el medio ambiente estimula el crecimiento económico del país. Con respecto al cambio climático, el 86% está de acuerdo en que tendrá consecuencias concretas en la vida cotidiana y el 82% cree que es el principal desafío ambiental de esta generación (MMA, 2015c).

5.5. Fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático

5.5.1. Prioridades nacionales para la creación y fomento de capacidades

La creación y el fomento de capacidades sobre cambio climático fue uno de los tres ejes prioritarios, junto a los de mitigación y adaptación, de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de 2006.

El PANCC 2017-2022 elimina este eje e incorpora dos: i) medios de implementación y ii) gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. De los nuevos ejes se desprenden tres objetivos que apuntan directamente al fomento de capacidades: apoyar la transferencia de tecnología para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, crear las capacidades nacionales para la gestión del cambio climático y entregar asistencia técnica, y desarrollar las capacidades en los gobiernos regionales y municipales (MMA, 2016).

Las capacidades pueden ser entendidas en el marco de las necesidades, opciones y prioridades que han promovido su creación y fomento. En general, se han enfocado en mejorar la difusión, educación e investigación sobre cambio climático, en mejorar la calidad de la información disponible y de las capacidades de observación del clima, junto con desarrollar capacidades institucionales para enfrentar los desafíos de mitigación y adaptación, desarrollar y transferir tecnologías, reforzando la cooperación internacional y estableciendo sinergias entre el cambio climático y otros problemas ambientales globales.

5.5.2. Creación de capacidades en el sector privado

Una de las iniciativas en las que el sector privado ha sido preponderante, por sus alianzas con la comunidad académica y el sector público para el estudio y análisis de las implicancias del cambio climático para el país, es el proyecto "Fortalecimiento de capacidades del cambio global para enfrentar los desafíos del cambio climático en Chile", que en forma innovadora considera entre sus socios financiadores a instituciones de los sectores público (Innova-Corfo y el MMA) y privado (la empresa eléctrica Colbún). Se implementó entre 2009 y 2013, y la entidad ejecutora fue el CCG-UC, con el apoyo del Stockholm Environment Institute. Además, como resultado de la gestión conjunta de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile, la Cámara Chileno-Británica de Comercio y la Embajada Británica, en 2009 se creó el Centro de Líderes Empresariales para el Cambio Climático (CLG-Chile). También se creó la Plataforma Climática Latinoamericana, en la que participan 17 organizaciones de la sociedad civil y del sector empresarial provenientes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay.

5.5.3. Creación de capacidades en las organizaciones no gubernamentales

En 2016, en Chile un número significativo de ONG participaba en la temática nacional sobre cambio climático apoyando en algunos casos la creación y el fomento de capacidades nacionales. Los más relevantes en este contexto son el Programa Chile Sustentable, la ONG Fundación Terram, la Fundación Chile, la Fundación Casa de la Paz, Adapt-Chile y la ONG Acción por la Tierra.

5.6. Inclusión del cambio climático en otros instrumentos de gestión

El cambio climático se ha estado incorporando paulatinamente en otras políticas públicas y/o instrumentos de gestión que apuntan al desarrollo y planificación del país, tales como el Sistema de Evaluación ambiental de proyectos, la Política de Responsabilidad Social de empresas del Ministerio de Economía, la Política Nacional de Desarrollo Rural, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, la Política de Ordenamiento territorial, y la Política y Gestión de riegos de desastres de la ONEMI.

6. Necesidades y apoyo recibido en materia de cambio climático

En el capítulo 6 de la 3CN 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 ya sea a través de recursos financieros, la creación de capacidad y asistencia técnica, o la transferencia de tecnología.

6.1. Necesidades, brechas y barreras de financiamiento, creación de capacidad y asistencia técnica

Las necesidades chilenas de financiamiento, capacidad y tecnología, que se manifiestan en los distintos ámbitos del cambio climático (mitigación, adaptación, reportes, inventario, negociación internacional) aumentan la vulnerabilidad del país, ya que constantemente se deben superar obstáculos y brechas 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 salud, la educación y el trabajo.

Las principales brechas que enfrenta el país son la falta de una institucionalidad adecuada y de una estrategia de financiamiento. Actualmente, ambos temas se abordan en virtud de las voluntades de los sectores mediante procesos que desgastan los recursos humanos disponibles. Se advierte la necesidad de contar con un marco legal permanente, que establezca las responsabilidades y competencias de los actores involucrados, para un desarrollo óptimo del país en temas de cambio climático, que permita cumplir con los compromisos asumidos en su INDC.

Quintay, Archivo MMA.

A continuación se presentan las principales necesidades, brechas y barreras en relación con los recursos financieros y la capacidad y asistencia técnica para los dos temas centrales de los INDC de Chile: adaptación y mitigación del cambio climático.

6.1.1. Mitigación

Identificar las necesidades en el ámbito de la mitigación y definir las brechas y barreras que obstaculizan la puesta en marcha de acciones de mitigación es de particular importancia en estos momentos, ya que Chile desea cumplir su compromiso voluntario de reducción de emisiones de GEI al año 2020 e instaurar bases sólidas para la implementación de su INDC y sus futuras actualizaciones.

En el NAMA Registry están inscritas cinco NAMA, para cuya implementa-

ción se busca apoyo. Se han efectuado capacitaciones enfocadas en NAMA y MRV en el marco de proyectos internacionales y se cuenta con la Plataforma RETC del MMA y el Programa HuellaChile. Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos financieros y de capacidad para fortalecer el desarrollo de acciones sectoriales de mitigación y los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV). Es prioritario que todas las instituciones que desarrollan acciones que tienen un potencial de reducción de emisiones de GEI levanten información adecuada que permita hacerles un correcto seguimiento. Por otro lado, se requiere desarrollar capacidades locales en temas de mitigación, fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y los municipios, y aumentar su capacidad para implementar NAMA y otras medidas de mitigación.

6.1.2. Adaptación

Gracias a la constante línea de trabajo del MMA en temas de adaptación, fue posible la elaboración y aprobación del Plan Nacional de Adaptación, en 2014, y de los planes sectoriales específicos del sector Silvoagropecuario (2013), Biodiversidad (2014) y Pesca y Acuicultura (2015). Otros seis planes sectoriales de adaptación se encuentran en distintas etapas de desarrollo y se enfocarán en los sectores de Salud (2016), Infraestructura (2017), Ciudades (2017), Recursos hídricos (2018), Energía (2018) y Turismo (2018). La elaboración de estas políticas ha sido posible gracias a la participación activa de los ministerios sectoriales, que han liderado sus procesos de adaptación, y al trabajo conjunto de identificación de vulnerabilidades y desarrollo de líneas de acción para enfrentar los impactos del cambio climático, todo coordinado por el MMA.

Rapel, Jorge Herreros.

Se ha buscado financiamiento para proyectos piloto basados en los planes sectoriales aprobados. Se encuentra en desarrollo el proyecto "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean Region of O'Higgins", aprobado por el Fondo de Adaptación, que permitirá ejecutar una serie de medidas extraídas del Plan Silvoagropecuario en las zonas de agricultura de secano del centro del país. Otros dos proyectos, financiados con aportes internacionales, permitirán implementar acciones en los sectores de Biodiversidad, y Pesca y Acuicultura, la "Red nacional de monitoreo de la biodiversidad (CTCN) y "Strenghtening the adaptive capacity to climate change in the fisheries and aquaculture sector of Chile (GEF)", respectivamente. Se requiere asegurar el financiamiento para las acciones de adaptación de los planes aprobados y de los planes futuros, y aumentar las capacidades, especialmente en los Gobiernos Regionales y municipios, para la implementación de acciones de adaptación en el territorio. Asimismo, se necesita mejorar la coordinación de las instituciones en los niveles nacional, regional y local.

6.2. Apoyo internacional para la acción climática

En esta sección se resumen las iniciativas de cambio climático para las que Chile, como país en desarrollo, ha recibido apoyo internacional. La información se clasifica según el tipo de apoyo recibido en recursos financieros, creación de capacidad y asistencia técnica, y transferencia de tecnologías.

La mayoría de los recursos financieros recibidos en el periodo 2011-2016 corresponden a recursos clasificados como Asistencia al Desarrollo (ODA). Esta fuente de cooperación internacional ha tenido un importante rol en la agenda climática de Chile. Sin embargo,

dado el nivel actual de Producto Interno Bruto per cápita del país, se espera que Chile deje de ser país beneficiario de recursos ODA a partir de 2017.

6.2.1. Recursos financieros

Recursos financieros gestionados a través del sector público

Durante el periodo de reporte (1 de enero 2011 al 30 de julio de 2016), los países e instituciones donantes han aprobado a Chile USD 29.731.460 para la realización de actividades de la agenda climática nacional (Tabla 9).

Entre los proyectos realizados con apoyo financiero internacional para el fortalecimiento de la acción y política climática destacan Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático (MAPS Chile) 2011-2015, Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile) 2012-2016 y Partnership for Market Readiness (PMR) 2011-2017.

Recursos financieros canalizados a proyectos del sector privado

Esta categoría considera el apoyo financiero de instituciones de la banca de desarrollo y de instituciones y fondos enfocados en financiar acciones para la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono. Los proyectos incluidos en esta sección no necesariamente cuentan con el patrocinio del Gobierno de Chile, ya que es un requisito que depende de las normas de cada fuente de financiamiento.

En la Tabla 10 se presenta un resumen de los flujos financieros para los proyectos considerados que asciendan a un valor total de USD 832.201.250.

Tabla 9. Recursos financieros gestionados a través del sector público

Tipo de donante	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sectores
		R	M	I	A	N	
Bilateral/países	4.811.582						
Reino Unido	2.317.802						Transversales | Energía | Transporte
Confederación Suiza	1.800.000						Forestal
Mancomunidad de Australia	166.000						Energía
Canadá	323.000						Transversal
México	204.780						Biodiversidad | Recursos hídricos
Fondos e instituciones multilaterales	17.421.772						
Global Environmental Facility (GEF)	7.261.772						Transversales | Energía | Forestal | Pesca y acuicultura
CMNUCC	250.000						Biodiversidad
Adaptation Fund	1.900.000						Silvoagropecuario
UN REDD	560.000						Forestal
Banco Mundial	7.450.000						Energía | Instrumentos financieros
Instituciones financieras internacionales	2.750.663						
Banco Interamericano de Desarrollo	2.179.663						Transporte | Forestal
KFW	571.000						Energía
Otros aportes multilaterales	4.747.443						
NAMA Facility	19.800						Energía
República Federal de Alemania | Mancomunidad de Australia | Comisión Europea	1.584.000						Transversales
The Children's Invest Fund Foundation | Alianza Clima y Desarrollo | Confederación Suiza | Reino de Dinamarca	1.853.265						Transversales
Confederación Suiza | The Children's Invest Fund Foundation	1.290.378						Transversales
Total	$ 29.731.460						

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional / Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Tabla 10. Recursos financieros canalizados al sector privado; incluye concesional/ no concesional

Tipo de donante/ oferente	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sectores
		R	M	I	A	N	
Fondos e instituciones multilaterales							
Green Climate Fund	49.000.000						Energía
Clean Technology Fund	117.000.000						Energía
Instituciones financieras internacionales							
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	324.400.000						Energía
International Finance Corporation (Banco Mundial)	341.801.250						Energía
Total	$ 832.201.250						

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional / Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

6.2.2. Creación de capacidades y asistencia técnica

Las principales iniciativas internacionales con el foco en la generación de capacidades y con participación permanente de Chile entre 2011 y 2016 son Information Matters, Euroclima, la Plataforma Regional para Latinoamérica y el Caribe (LEDS LAC), la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (LARIOCC), Global Research Alliance (GRA), International Partnership on Mitigation and MRV, Mitigation Action Implementation Network (MAIN), The Mitigation Momentum Project y el Diálogo de Cartagena para la Acción Progresiva.

6.2.3. Transferencia de tecnología

Las principales actividades realizadas gracias a los apoyos recibidos por el país en el área de transferencia de tecnologías entre 2011-2016 son el Programa de Fomento a la Cogeneración, el uso de energía solar para la generación de electricidad y calor, el fomento de la energía solar (enfoque en CSP), adquisición de equipamiento para la medición de GEI, la caracterización fenotípica de alta precisión en trigo (mejoramiento genético para lograr especies cultivadas tolerantes a la sequía), y el desafío de lograr variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático.

6.3. Apoyo nacional para la acción climática

Es importante destacar que, si bien el país ha sido receptor de importantes aportes financieros y diversos tipos de apoyos, en los últimos años se han dedicado fondos propios al financiamiento de acciones para enfrentar localmente el cambio climático y, cumpliendo con su compromiso en el INDC de Chile, el Gobierno trabaja para desarrollar una estrategia de financiamiento climático.

El MMA, en colaboración con el Ministerio de Hacienda y con apoyo del Proyecto LECB-Chile, en el periodo 2015-2016 ha implementado el proyecto "Gasto climático". Para evaluar el gasto público se está aplicando un piloto con una metodología denominada Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR). La ejecución del piloto 2015 ha permitido identificar las condiciones actuales de acceso, disposición y consistencia de la información requerida, además de las fortalezas y limitaciones de la metodología CPEIR para obtener una cifra robusta de gasto en cambio climático.

La información objetiva y disponible en este momento corresponde a los recursos destinados a proyectos e iniciativas climáticas desarrollados en Chile a través de la Agencia de Cooperación Internacional Chilena (AGCI). El monto total para el periodo 2011-2016 alcanza los USD 20.370.000

Bibliografía

AGRIMED, 2008. Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático. Universidad de Chile, CONAMA, Santiago. 126 pp.

AGRIMED, 2014: Atlas del Cambio Climático en las Zonas de Régimen Árido y Semiárido.

Albrecht, F., & Shaffer, G. (2016). Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century. Journal of Coastal Research.

Agroclimático (2013). "Inauguración de la Red Agroclimática Nacional RAN". Recuperado de http://agroclimatico.minagri.gob.cl/2013/08/27/puesta-en-marcha-de-la-red-agroclimatica-nacional.

Albrecht, F., y Shaffer, G. (2016). "Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century". Journal of Coastal Research. Doi: http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00192.1.

Aldunce, P., Bello, F., Bórquez, R., Farah, M. L., Echeverría, I., Indvik, K., y otros (2015). "Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2008-2016". Ministerio del Medio Ambiente, Licitación N° 608897-101-LE14.

Bakun, Andrew, and Kenneth Broad. "Environmental 'loopholes' and fish population dynamics: comparative pattern recognition with focus on El Nino effects in the Pacific." Fisheries Oceanography 12.4-5 (2003): 458-473.

Bambach, N., Meza, F. J., Gilabert, H., y Miranda, M. (2013). "Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem". Regional Environmental Change, 13(6), pp. 1245-1257.

Boisier, J. P., Rondanelli, R., Garreaud, R. D., y Muñoz, F. (2016). "Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile". Geophysical Research Letters, 43(1), pp. 413-421. Doi: 10.1002/2015GL067265. Bown, F., Rivera, A., y Acuña, C. (2008). "Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes". Annals of Glaciology, 48(1), pp. 43-48. Doi: 10.3189/172756408784700572.

Casassa, G., Espizua, L. E., Francou, B., Ribstein, P., Ames, A., y Alean, J. (1998). "Glaciers in South America". En W. Haeberli, M. Hoelzle y S. Suter (eds.). Into the second century of worldwide glacier monitoring: PROSPECTS and strategies. París: United Nations Publications, pp. 125-146.

Caviedes, C., y Waylen, P. R. (1998). "Respuestas del clima de América del Sur a las fases de ENSO". Bulletin de l'Institut français d'études andines, 27(3).

Centro de Agricultura y Medio Ambiente (Agrimed) (2014). Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido.

--- (2008). "Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Conama. Recuperado de www.sinia.cl/1292/articles-46115_capituloIV_informefinal.pdf.

Centro de Cambio Global UC (CCG-UC) (2012). "Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP". Informe final para el Ministerio de Obras Públicas de Chile. Recuperado de http://cambioglobal.uc.cl/en/component/docman/cat_view/6-proyectos.html.

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.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) e Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (2011). Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Cepal.

--- (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Reseña 2009. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2975/lcl3140.pdf?sequence=1.

CNIC, Agenda de innovación y competitividad 2010-2020. Disponible en línea: http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2015/04/Agenda-Innovaci%C3%B3n-2010-20201.pdf, consultado 30 de Septiembre del 2016

Contreras-López, M., Winckler, P., y Molina, M. (2012). "Implicancias de la variación del nivel medio del mar por cambio climático en obras de ingeniería costera de Chile". Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 124(2), pp. 53-66.

Cortés, G., Vargas, X., y McPhee, J. (2011). "Climatic sensitivity of streamflow timing in the extratropical western Andes Cordillera". Journal of Hydrology, 405(1-2), pp. 93-109. Doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.05.013.

Daneri, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P., y Ulloa, O. (2000). "Primary production and community respiration in the Humboldt Current System of Chile and associated oceanic areas". Marine Ecology Progress Series, 197, pp. 41-49.

Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (Direcon) (2015). "Informe anual. Comercio Exterior de Chile 2014/15". Recuperado de /www.direcon.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe-anual-de-Comercio-Exterior-de-Chile-2014-2015.pdf.

Fossing, H., Gallardo, V.A., Jørgensen, B.B., Huettel, M., Nielsen, L. P., Schultz, H., y otros (1995). "Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium Thioploca". Nature 374, pp. 713-715.

Garreaud, R., Aldunce, P., Araya, G., Blanco, G., Boisier, J. P., Bozkurt, D. y otros (2015). "La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro". Informe técnico del Centro del Clima y la Resiliencia (CR2). Recuperado de www.cr2.cl/megasequia.

Guisan, A., y Zimmermann, N. E. (2000). "Predictive habitat distribution models in ecology". Ecological Modeling, 135, pp. 147-186.

GreenLab UC (2012). "Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector Salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación". Estudio solicitado por la Subsecretaría de Medio Ambiente. Recuperado de www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2013/11/2012-IISCC-InformeFinal.pdf.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2014). "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability". Recuperado de www.ipcc.ch/report/ar5/wg2.

--- (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. Recuperado de www.ipcc.ch/report/ar5/wg1.

International Partnership on Mitigation and MRV. (julio de 2014). International Partnership on Mitigation and MRV. Obtenido de http://mitigationpartnership.net/

Larkin, N. K., y Harrison, D. E. (2002). "ENSO warm (El Niño) and cold (La Niña) event life cycles: Ocean surface anomaly patterns, their symmetries, asymmetries, and implications". Journal of Climate, 15(10), pp. 1118-1140.

Luebert, F., y Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago: Universitaria.

Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J. P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E. G. Poveda y otros (2014). "Central and South America". Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Cambridge University Press, pp. 1499-1566.

Marquet, P., Abades, S., Armesto, J., Arroyo, M. T. K., Barría, I., Cavieres, L., y otros (2010). "Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Ministerio de Medio Ambiente.

Masiokas, M. H., Christie, D. A., Le Quesne, C., Pitte, P., Ruiz, L., Villalba, R., y otros (2016). "Reconstructing the annual mass balance of the Echaurren Norte glacier (Central Andes, 33.5° S) using local and regional hydroclimatic data". The Cryosphere, 10(2), pp. 927-940.

Masiokas, M. H., Rivera, A., Espizua, L. E., Villalba, R., Delgado, S., y Aravena, J. C. (2009). "Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years". Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 281(3), pp. 242-268.

Masiokas, M. H., Villalba, R., Luckman, B. H., Lascano, M. E., Delgado, S., y Stepanek, P. (2008). "20th-century glacier recession and regional hydroclimatic changes in northwestern

Patagonia". Global and Planetary Change, 60(1), pp. 85-100.
McPhee, J., Cortés, G., Rojas, M., García, L., Descalzi, A., y Vargas, L. (2014). "Downscaling Climate Changes for Santiago: What Effects can be Expected?". En K. Krellenberg y B. Hansjürgens (eds.). Climate Adaptation Santiago. Berlín y Heidelberg: Springer, pp. 19-41.
Mernild, S. H., Beckerman, A. P., Yde, J. C., Hanna, E., Malmros, J. K., Wilson, R., y Zemp, M. (2015). "Mass loss and imbalance of glaciers along the Andes Cordillera to the sub-Antarctic islands". Global and Planetary Change, 133, pp. 109-119
Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) (2016). N. Romero: Identificación preliminar de eventos climáticos relevantes para el sector ciudades Proyecto (en el marco del Proyecto PNUD, N° 90.298 "Implementación de la Política Nacional de Desarrollo Urbano").
Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (2016a). "Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022)". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico-2017-2022-pancc-ii.
--- (2016b). "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (años 1980-2010) y proyección al año 2050". Recuperado de www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/environment_energy/elaboracion-de-una-base-digital-del-clima-comunal-de-chile--line.html.
--- (2016c). "Reporte: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático". Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC).
--- (2015). "Directrices para un marco genérico de MVR de NAMAS en Chile". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf.
--- (2015a). "Plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-pesca-y-acuicultura.
--- (2015b). "Ministro Pablo Badenier lanza Academia de Formación Ambiental 'Adriana Hoffmann'". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/ministro-pablo-badenier-lanza-academia-de-formacion-ambiental-adriana-hoffmann.
--- (2015c). Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/segunda-encuesta-nacional-de-medio-ambiente.
--- (2014). "Adaptación urbana al cambio climático. Propuesta para la adaptación urbana al cambio climático en capitales regionales de Chile". Adapt-Chile, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y Centro de Cambio Global UC (CCG-UC).
--- (2014a). "Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad". Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_Plan_Adaptacion_CC_Biodiversidad_Final.pdf.
--- (2014b). "Plan nacional de adaptación al cambio climático". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf.
--- (2013). "Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario". Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_InstrumentoFinalCC_Silvoagropecuario.pdf.
Ministerio de Salud (Minsal). (2015). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud. Borrador para consulta pública. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-para-salud. Gobierno de Chile.
OCDE y Cepal (2016). "Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016". Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413_es.pdf.
Pellicciotti, F., Ragettli, S., Carenzo, M., y McPhee, J. (2014). "Changes of glaciers in the Andes of Chile and priorities for future work". Science of The Total Environment, 493, pp. 1197-1210. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.055.
Rivera, A., Bown, F., Casassa, G., Acuña, C., y Clavero, J. (2006). "Glacier shrinkage and negative mass balance in the Chilean Lake District (40° S)". Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117757/Rivera_A.pdf?sequence=1.
Rivera, A., Acuña, C., Casassa, G., y Bown, F. (2002). "Use of remotely sensed and field data to estimate the contribution of Chilean glaciers to eustatic sea-level rise". Annals of Glaciology, 34, pp. 367-372.
Rojas, M. (2012). "Estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Informe para Opciones de Mitigación para enfrentar el Cambio Climático, MAPS Chile".
Rubio-Álvarez, E., y McPhee, J. (2010). "Patterns of spatial and temporal variability in streamflow records in south central Chile in the period 1952-2003". Water Resources Research, 46(5), W05514. Doi: 10.1029/2009WR007982.
Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., y Pliscoff, P. (2013). "Plan de acción para la protección de la conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático". Agrimed, Universidad de Chile.
Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) (2014). Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/1_Estrategia-Nacional-de-Turismo-2012-2020.pdf.
Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) (2016). "¿Qué es SCAM?". Recuperado de http://educacion.mma.gob.cl/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal.
TECO Group y CCG-UC (2015). Tercer informe del estudio "Base para la planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro. Ministerio de Energía". Licitación N° 584105-11-LP14. Recuperado de http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/informe_final_primera_etapa_estudio_cuencas.pdf.
Vuille, M., Franquist, E., Garreaud, R., Lavado Casimiro, W. S., y Cáceres, B. (2015). "Impact of the global warming hiatus on Andean temperature". Journal of Geophysical Research Atmosferes, 120 (9), pp. 3745-3757. Doi: 10.1002/2015JD023126.
Yáñez, E., Barbieri, M. A., Plaza, F., y Silva, C. (2014). "Climate change and fisheries in Chile". Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change. Dordrecht: Springer, pp. 259-270.

Executive Summary

Chile's Third Communication was prepared according to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). It contains Chile's progress in the implementation of the Convention goals and principles, mainly during the term 2010 to 2016, taking into account that the country presented its First Communication in 2000 and the Second in 2011. In accordance to the guidelines recommended by the Convention for the preparation of this type of documents, we present the national circumstances (chapter 1); results of the national inventory of greenhouse gases emissions and removals (chapter 2); main progress in the country's vulnerability and adaptation to climate change (chapter 3); mitigation of greenhouse gases (chapter 4), any other information relevant to the achievement of the Convention's Objective (chapter 5) and finally, we describe some obstacles, gaps as well as financial, technical and capability needs identified for the country during the process of preparation of this communication (chapter 6).

PN Torres del Paine, CONAF.

To prepare this communication we relied on the main financial support by the Global Environment Facility, which was implemented through the office of the United Nations Development Program and the Chilean Government.

1. National Circumstances

1.1. Geographic Profile and Social Development

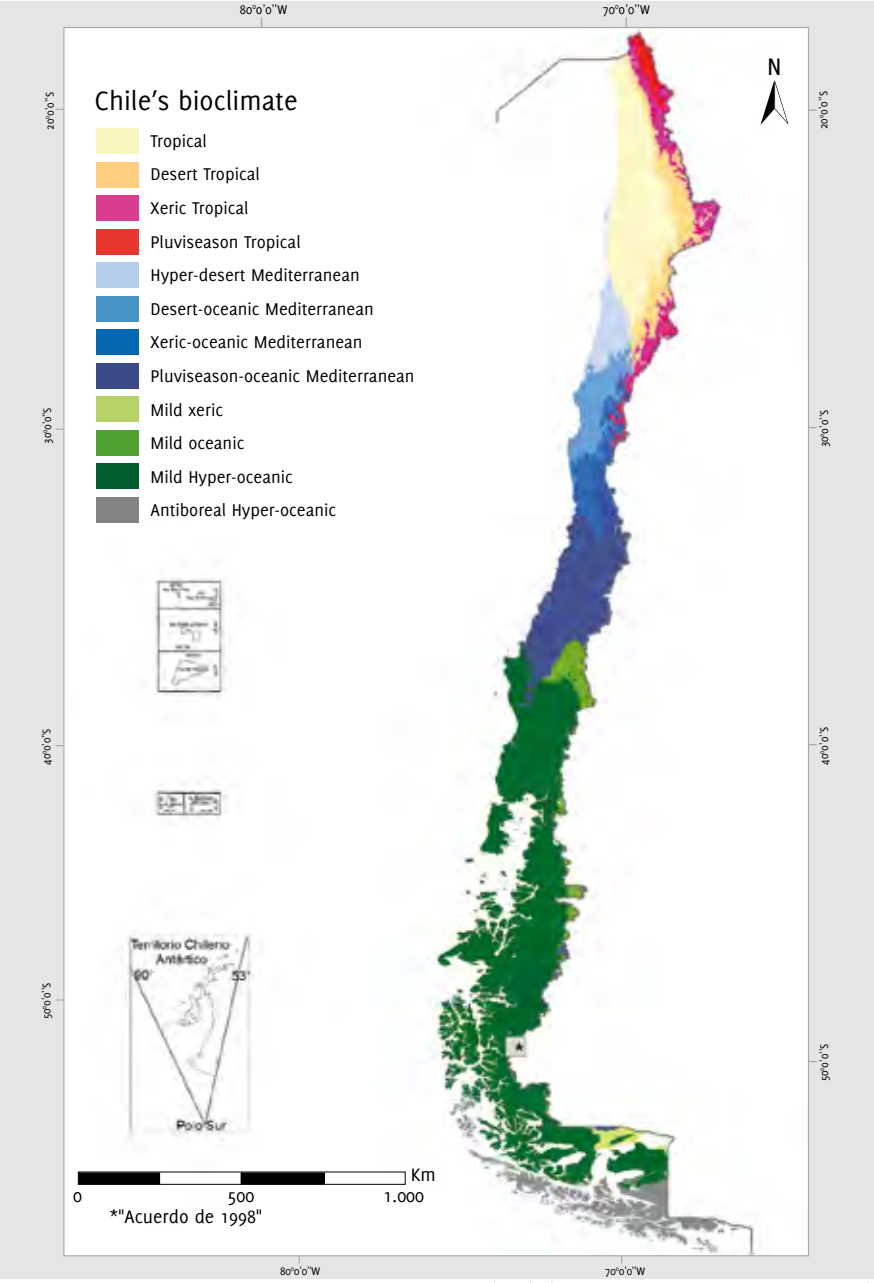
Chile is a tri-continental country which territory extends along the southwest portion of South America, including Easter Island in Oceania as well as part of Antarctica to the south. The national territory also includes the Archipelago of Juan Fernandez, the islands of San Felix, San Ambrosio, Salas y Gomez, as well as the 200-mile Exclusive Economic Zone (EEZ) with its corresponding continental shelf. Chile limits to the north with Peru, to the east with Bolivia and Argentina, to the south with the South Pole and to the west with the Pacific Ocean that laps its coast in an extent greater than 8,000 km.

Chile has a total area of 2,006,096 km2, without considering the maritime territory (territorial sea, EEZ and continental shelf), which is distributed in 755,915 km² corresponding to South America, 1,250,000 km² to Antarctica and 181 km² to Oceania.

Chile has a multiplicity of climates mainly caused by its latitude and height, which originate four macro bioclimates: tropical, Mediterranean, temperate and antiboreal (Figure 1), with 127 terrestrial ecosystems distributed among them and 96 marine ecosystems along the Chilean coast.

Chile is a unitary republic which political-administrative framework is

Figure 1: Macro bioclimates of Chile



Source: Luebert and Pliscoff (2006), (maritime boundaries, according to DIFROL)

PN Torres del Paine, Charif Tala.

structured in three territorial levels of governance: administrative regions (15), provinces (54) and municipalities (346), with a total population (2002 census) of 15,668,271 individuals and an estimated population for 2020 of 18,896,684 individuals. The population is not evenly distributed in the national territory, but it is strongly concentrated in the central zone, in the Metropolitan Region of Santiago.

Nine indigenous ethnic groups are acknowledged in Chile, mostly mapuche (84%), representing approximately 8.7% of total population

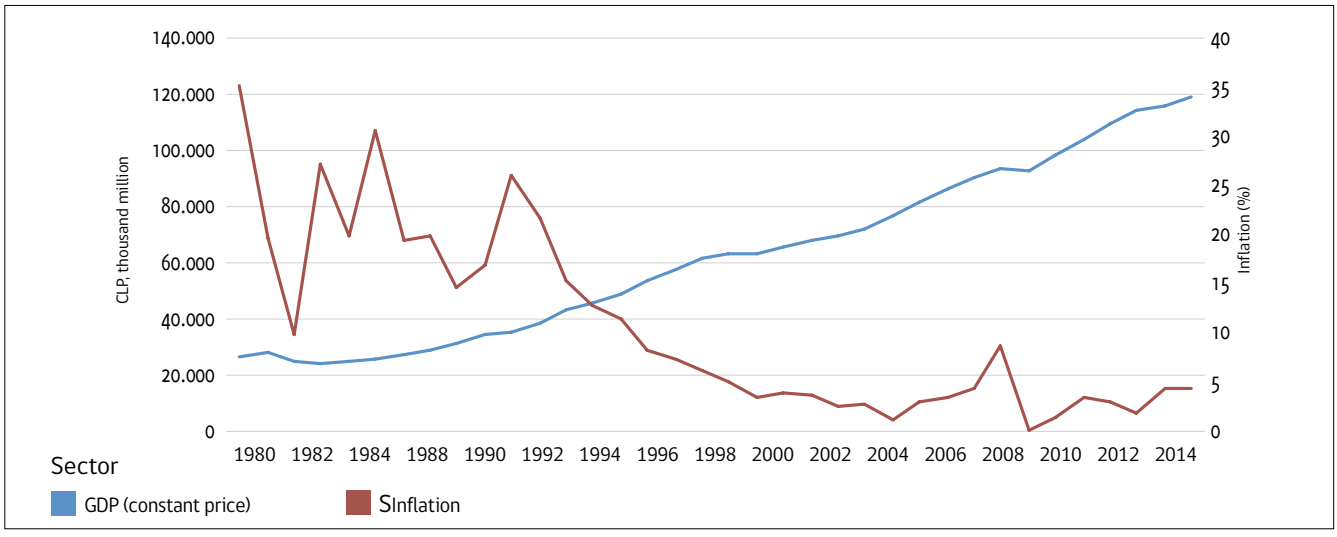
1.2. Economic Profile

Chile support an open-market economy to a large extent, the country's economic growth is ruled by the mining activity, with exports in 2014 corresponding to 54.2% of the total exported by the country (DIRECON, 2015).

During the last twenty years Chile has experienced a fast economic growth, led by commodities exports. The GDP has tripled between 1990 and 2015, and its annual inflation rate is lower than 5% (Figure 2). Although the Chilean economy is based on the extraction of natural resources and primary goods, the addition of financial and personal services represents the GDP highest percentage (37.7%), followed by the manufacturing and mining industries (in total, 33.1%).

Table 1 summarizes the main geographic and social economic indicators in Chile.

Figure 2. **National GDP at constant prices and inflation, as a Consumer Price Index (IPC)**



Source: Prepared with Direcon data, 2015

Table 1: Summary of Chile's main geographic and social economic indicators

Information		Source
Geography and population		
Area:		
Total area	2,006,096 km^2	Military Geographical Institute (IGM)
South America area	755,915 km^2	
Oceania area (Easter Island)	181 km^2	
Use of land:		
Agricultural use areas	4.4%	National Forestry Corporation (CONAF) [1]
Native Forests	18.9%	
Forestry Plantations and mixed forests	4.2%	
Grassland and Scrub	27.1%	
Urban and industrial areas	0.5%	
Areas without vegetation	32.5%	
Protected marine areas	45,111.4 thousand ha	Ministry of the Environment (MMA)
National System of Protected Wild Areas (SNASPE)	14,630.5 thousand ha	
Population:		
Population year 2010	17,066,172 individuals	National Statistics Institute (INE)
Male year 2010	8,447,879 individuals	
Female year 2010	8,618,263 individuals	
Population year 2016 (estimate)	18,191,884 individuals	
Male year 2016 (estimate)	9,003,254 individuals	
Female year 2016 (estimate)	9,188,630 individuals	
Population year 2020 (estimate)	18,896,684 individuals	
Population year 2050 (estimate)	20,204,779 individuals	
Rural population year 2015	12,7%	
Indigenous Population year 2013	1,565,915 individuals	Ministry of Social Development (MIDESO)
Mapuche Population year 2013	1,321,717 individuals	
Aimara Population year 2013	120,621 individuals	
Migrant Population year 2013	354,581 individuals	
Social Development:		
Life Expectations year 2015	79.1 años	National Statistics Institute (INE)
Infant Mortality year 2013 (per each thousand born infants)	7.0	
Literacy Rate year 2012	98.9%	UNICEF
Urban Population connected to sewerage system year 2014	96.7%	Superintendency of Sanitation Services (SISS)
Urban Population connected to potable water supply year 2014	99.9%	
Sewage treated at treatment plants year 2014	99.9%	
Human Development Index year 2014	0.832	United Nations Development Program (PNUD)
Population in extreme poverty year 2015	3.5%	Ministry of Social Development (MIDESO)
Population in poverty year 2015	11.7%	
Difference between richest 10% and poorest 10% year 2015	27.2	
Gini coefficient year 2015	0.482 / 0.495	
Economic Activity:		
GDP 2015	USD 240,215.7 million	World Bank
GDP per capita year 2015	USD 22,316	
Estimated GDP growth as of 2016	1.9% annual	
Estimated GDP growth as of 2018	2.3% annual	
Commodities Exports year 2015	43.7% total exports	
Goods and services Exports year 2015	30.1% PIB	
Trade Balance year 2014	USD 3.515 million	DIRECON
Mining Exports year 2014	54.2% total exports	
Forestry and agriculture Exports year 2014	7.6% total exports	
Industrial Exports year 2014	38.2% total exports	

1 Regarding South America and Oceania area

Información		Fuente
Geografía y población		
Energy:		
Non-renewable sources in electric matrix year 2015	55.9%	National Energy Commission (CNE)
Electricity production capacity year 2015	20,375 MW	Ministry of Energy (MINENERGIA)
Hydroelectricity in the electric matrix year 2015	34%	
NCRE year 2015	11.48%	
Projected NCRE year 2050	60%	
National electric coverage year 2015	99.0%	
Rural electric coverage	96.1%	
Agriculture and Forestry:		
Forestry and agriculture Exports year 2013	USD 15,505 million	Office of Agricultural Studies and Policies (ODEPA)
Forestry and agriculture Exports year 2014	USD 16,042 million	
Forestry and agriculture Exports year 2015	USD 14,691 million	
Arable area year 2015	3.3 million ha	National Forestry Corporation (CONAF)
Area under irrigation year 2015	1.1 million ha	
Forestry area year 2016	17.5 million ha	
Native forest area year 2016	14.3 million ha	
Forest plantations area year 2016	3 million ha	
Planted area year 2014	4,500 ha	
Replanted area	94,000 ha	
Number or workers year 2010	685.5 thousand individuals	National Statistics Institute (INE)
Number of workers year 2014	703.6 thousand individuals	
Aquaculture and Fishing:		
Aquaculture centers crop year 2014	1,214.44 thousand	Fishing and Aquaculture National Service (SERNAPESCA)
non-industrial fishing year 2014	1,507.21 thousand t	
Industrial fishing year 2014	1,029.69 thousand	
Fish production year 2014	74.5%	
Mollusk production year 2014	12.3%	
Algae production year 2014	11.5%	
Number of workers year 2010	61.6 thousand individuals	National Statistics Institute (INE)
Number of workers year 2014	43.9 thousand individuals	
Mining:		
Iron Extraction year 2015	9,427.6 thousand fine metric t	National Statistics Institute (INE)
Copper Extraction year 2015	5,478.0 thousand fine metric t	
Sodium chloride production year 2015	10,553.4 t	
Calcium carbonate production	6,849.5 t	
Sulfur compounds production	4,629.7 t	
Transportation:		
Private transportation fleet year 2015	4,063,153 units	National Statistics Institute (INE)
Public transportation fleet year 2015	188,552 units	
Cargo transportation fleet year 2015	216,745 units	
Residues:		
Solid waste arranged in final disposal sites year 2010	5,935.7 thousand t	Ministry of the Environment (MMA)
Solid waste arranged in final disposal sites year 2014	6,866.2 thousand t	Ministry of the Environment (MMA)
Sewage treated with activated muds year 2014	59.0%	Sanitary Services Superintendence (SISS)
Sewage treated with treatment ponds year 2014	19.8%	
Sewage conducted through underground emissaries year 2014	11.7%	

Source: Luebert y Pliscoff, 2006

1.3. National Institutional Framework related to climate change

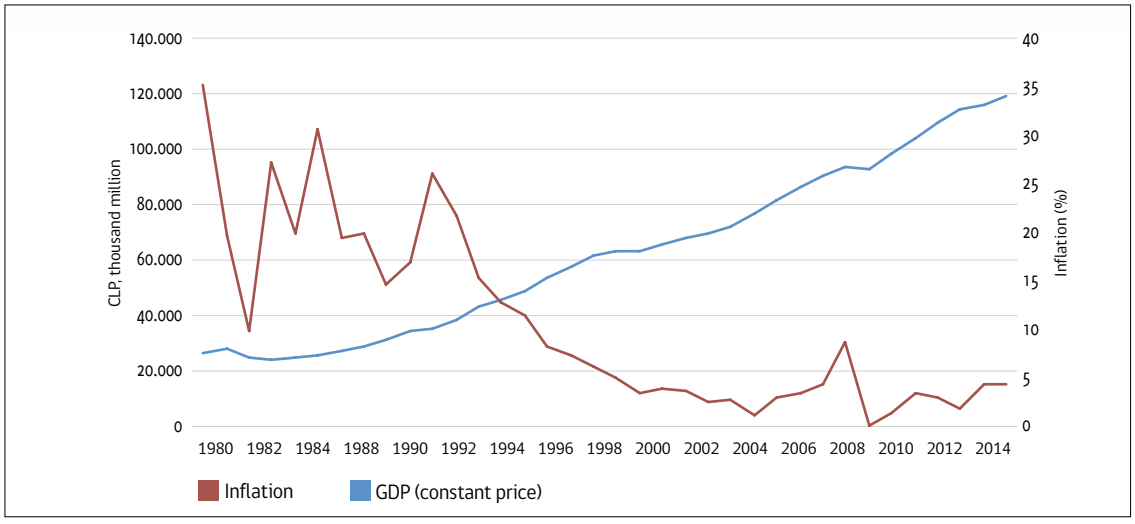
Since the climate change issue entered the international public agenda, Chile has maintained a proactive attitude towards climate change which has prevailed through time and through the different Governmental administrations.

The national institutional framework in charge of climate change in Chile brings together almost the entire Governmental system. Consequently the issue is not dealt with at a single ministry or public entity, although it is apparent that some institutions have a greater relative weight in the policies, strategies and actions definition, as well as in their execution. The country has a dual public institutional framework, in the sense that entities with specific responsibilities participate in the issue together with crossed instances for decision making and action coordination among different ministries.

The main Governmental bodies that are a part of the national institutional framework related to climate change are:

- The Council of Ministers for Sustainability (CMS), which is the top climate governing body,
- The Ministry of Environment (MMA), with the technical focal point regarding the climate change issue, as established by the legal regulations in force[2], through the Climate Change Department (DCC) based at the Air Quality and Climate Change Division,
- The Ministry of Foreign Affairs, which role is the focal point before the UNFCCC and any other multi or bi-lateral international instance related to the climate change issue; its action in this area is carried out through the Environment and Oceanic Affairs Directorate (DIMA),
- Coordination among ministries corresponding to the Inter-ministries technical team on Climate Change (ETICC), and
- Climate Units belonging to the different ministries which have assumed direct actions.

Figure 2. National GDP at constant prices and inflation, as a Consumer Price Index (IPC)



Source: Prepared with Direcon data, 2015

[2] *Law 20,417 establishes that "the Ministry will be in charge of looking after the compliance with the environmental international conventions in which Chile participates, and acting as administrative, scientific or technical counterpart of such conventions, without prejudice of the Ministry of Foreign Affairs powers".*

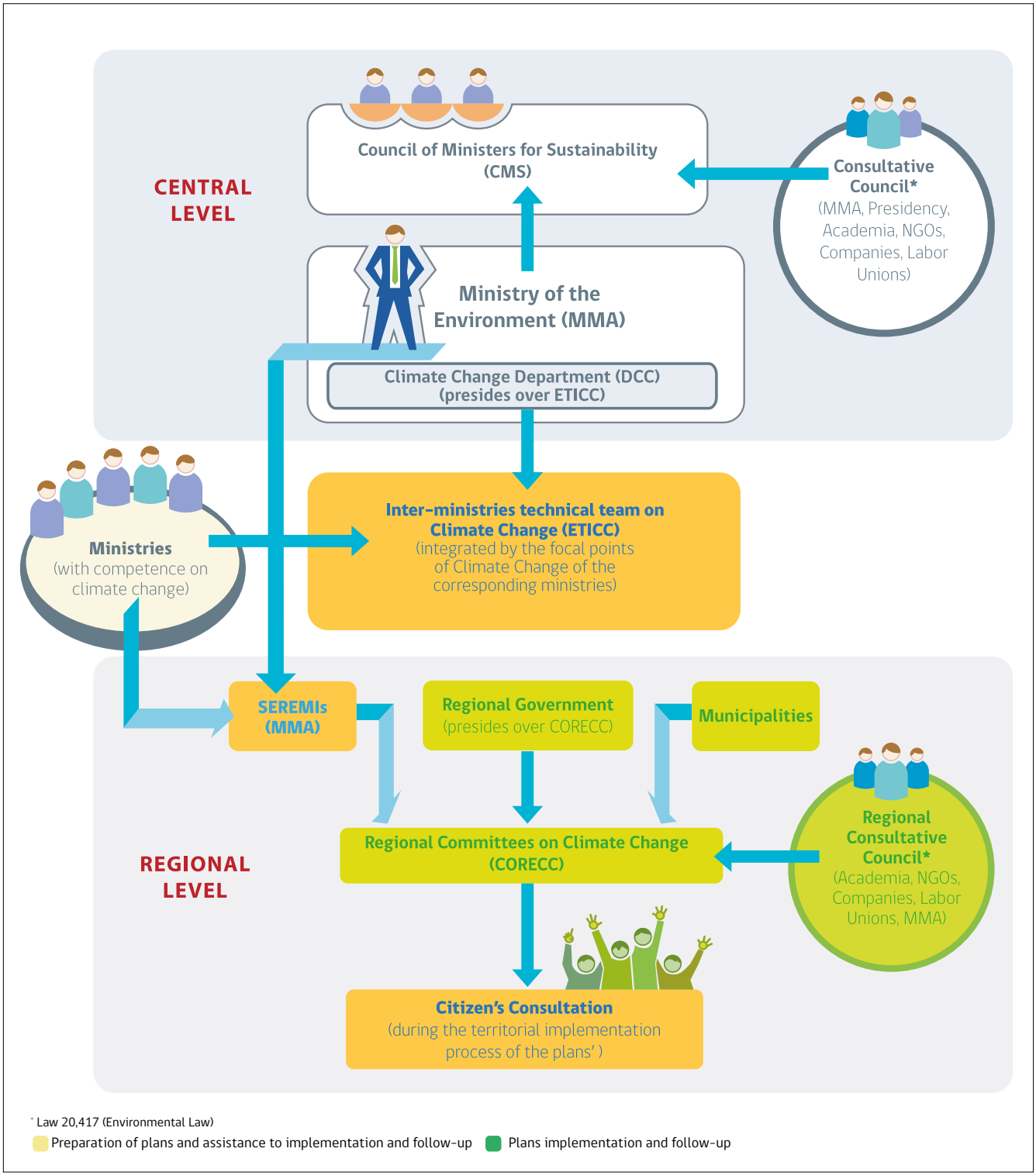
Source MMA.

Currently the main instruments are:

- **National Action Plan on Climate Change (PANCC)** 2017-2022. Its purpose is to establish a public policy instrument integrating and orienting all actions referred to climate change (public consultation, 2016).
- **Law 20,698.** This law enacted in 2013, establishes that by 2025 20% of the energy produced in Chile will be originated by renewable sources.
- **Early Mitigation Actions.** Chile adopted a series of mitigation actions beyond the commitments established at the Convention for the Non-Annex I countries, among the main early mitigation actions is the Energy Program and Law 20,257 of NCREs encouragement.
- **Climate Change Adaptation.** At present Chile has the "National Climate Change Adaptation Plan", which includes all sectorial plans and was approved on December 1, 2014 by the Sustainability Ministers Council (CMS), and the following sectorial plans:
  - The Adaptation Plan of the Forestry and Agriculture Sectors, approved in 2013 by the CMS, currently under implementation,
  - The Climate Change Adaptation Plan in Biodiversity, approved in 2014 by the CMS, currently under implementation, and
  - The Climate Change Adaptation Plan for Fishing and Agriculture, approved in 2015 by the CMS, also currently under implementation.

The National Climate Change Adaptation Plan and the PANCC 2017-2022 have a governance operational structure for the public sector. The cross-cutting handling of Climate Change issues is conducted by the Climate Change Inter-ministries Technical Team (ETICC), created in 2015 and coordinated by the DCC. ETICCmembers are the ministry focal points on climate change appointed by their corresponding institutions. At sub-national level, the issue was implemented through the Climate Change Regional Committees (CORECC), headed by the Regional Government, with the participation of the Ministry Regional Secretaries (Seremis), municipalities and the representatives of the Regional Consultative Councils (Figure 3).

Figure 3. Operating structure for the implementation of the climate change national policy



Source: National Climate Change Adaptation Plan, 2014

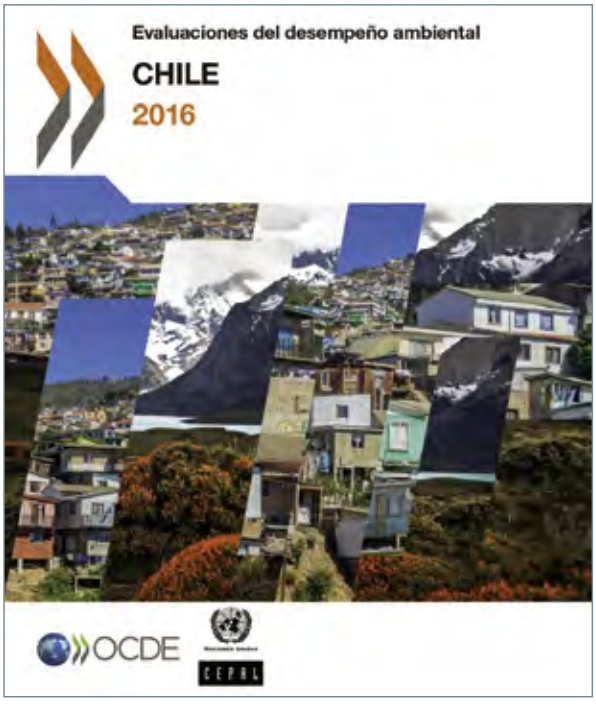
Source OECD evaluation, MMA.

1.3.1. Environmental Performance Review of Chile by the OECD 2016

In July, 2016 Chile received the results of its Second Environmental Performance Review by the OECD. After the first assessment carried out in 2005, on this occasion 54 recommendations were received.

Regarding climate change, the OECD acknowledges the existence and effectiveness of the inter-ministries coordination instances. However, since the implementation of measures and actions greatly relies on the voluntary participation by the ministries and in their capabilities, it recommends Chile "to strengthen and formalize the institutional basis of the policy on climate change with the purpose of establishing well defined implementation responsibilities, according to Chile' situation and international commitments".

The OECD also identified the need to adopt and implement national policies on climate change, in order to overcome the shortcomings detected as regards the existence of initiatives with a positive impact on climate change. The increase of energy efficiency or the expansion of energy generation based on renewable energiesare not under a common articulatory framework and do not always explain their relation with climate change. Consequently, the OECD recommends "adopting and implementing a set of national policies on climate change in order to materialize the contribution foreseen, determined at a national level for 2030; applying the mitigation actions appropriate for each country, or alternative measures to ensure compliance with the target as established for 2020".



2. Chile's National Greenhouse Gas Inventory, 1990-2013

2.1. Introduction

This is the Fourth National Greenhouse Gas Inventory (NGHGI) submitted by Chile to UNFCCC in fulfillment of Article 4, paragraph 1(a) and Article 12, paragraph 1(a) of the UNFCCC and decision 1/CP.16 of the 16th Conference of the Parties (Cancun, 2010).

Chile's NGHGI is compiled according *to 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories*, covering the entire national territory and including emissions and removals of carbon dioxide (CO_2) and emission of methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulfur hexafluoride (SF_6) in a series of time from 1990 to 2013.

Source recycling bus, MMA.

Key points

- In 2013, Chile's total GHG emissions (excluding FOLU) amounted to 109,908.8 Gg CO_2 eq, an increase of 113.4% since 1990 and of 19.3% since 2010. The main GHG emitted by Chile was CO_2 (78.4%), followed by CH4 (10.7%), N_2O (10.0%), and fluorinated gases (0.9%).
- The Energy sector is the largest GHG emitter in Chile (77.4%), mainly due to the consumption of coal and diesel for electricity generation and consumption of diesel in road transport.
- The Agriculture, Forestry, and other land uses (AFOLU) sector is the only sector that consistently removes CO_2 in the country, and remains as a sink for the entire time series. Net removals from the sector amounted to -26,119.2 Gg CO_2 eq mainly due to the increase in biomass in forest plantations and second-growth natural forest.
- In 2013, Chile's balance of GHG emissions and removals (including FOLU) amounted to 70,054.4 Gg CO_2 eq.

2.2. Institutional arrangements and preparation of Chile's NGHGI

Since 2012, the area of GHG Inventories of the Ministry of the Environment's Department of Climate Change (DCC) designed, implemented, and has maintained the National Greenhouse Gas Inventory System of Chile (SNICHILE), which contains the institutional, legal, and procedural steps for the biennial update of Chile's NGHGI, thus ensuring the sustainability of the preparation of GHG inventories in the country, the consistency of GHG flows reported, and the quality of the results. SNICHILE's ongoing work is divided into five lines of action:

- Operation of SNICHILE
- Updating of Chile's NGHGI
- Quality assurance and quality control system
- Capacity building
- Archiving and dissemination.

SNICHILE's work plan is organized in a two-year cycle of activities. During the first year the Sectorial Technical Teams update the Sectorial Greenhouse Gas Inventories (SGHGI), while in the second year the Coordinating Technical Team compiles the SGHGIs and develops the cross-cutting issues of Chile's NGHGI.

The preparation of the Fourth Chile's NGHGI began during the first half of 2015 and concluded in mid-2016. The Energy's SGHGI was updated by the Ministry of Energy's Foresight and Energy Policy Division; the IPPU's SGHGI was updated by the MMA's DCC; the AFOLU's SGHGI was updated by the Ministry of Agriculture through the Office of Agrarian Studies and Policies (ODEPA), the National Forestry Corporation (CONAF), the Forest Institute (INFOR), and the Agricultural Research Institute (INIA); the Waste's SGHGI was jointly updated by the Ministry of Environment's Waste and Environmental Risk Office and its DCC. Once the updating process was completed, the SGHGIs were compiled by the MMA's DCC for the preparation of Chile's NGHGI and the respective National Greenhouse Gas Inventory Report (NIR), which goes through a review process at the national and international levels.

In conclusion, Chile's NGHGI is the result of the collective and continuous efforts of the Ministries of Agriculture, Energy, and Environment, which have worked in coordination under the framework of SNICHILE. This work has strengthened the preparation of Chile's NGHGI by adding expert knowledge from the various sectorial ministries involved.

2.3. Trends in Chile's greenhouse gas emissions

In 2013, the balance of GHG[3] emissions and removals in Chile amounted to 70,054.4 Gg CO_2 eq, while total GHG emissions[4] in the country amounted to 109,908.8 Gg CO_2 eq, an increase of 113.4% since 1990 and of 19.3% since 2010 (Table 2). The key drivers of this trend in the GHG balance were the *En-*

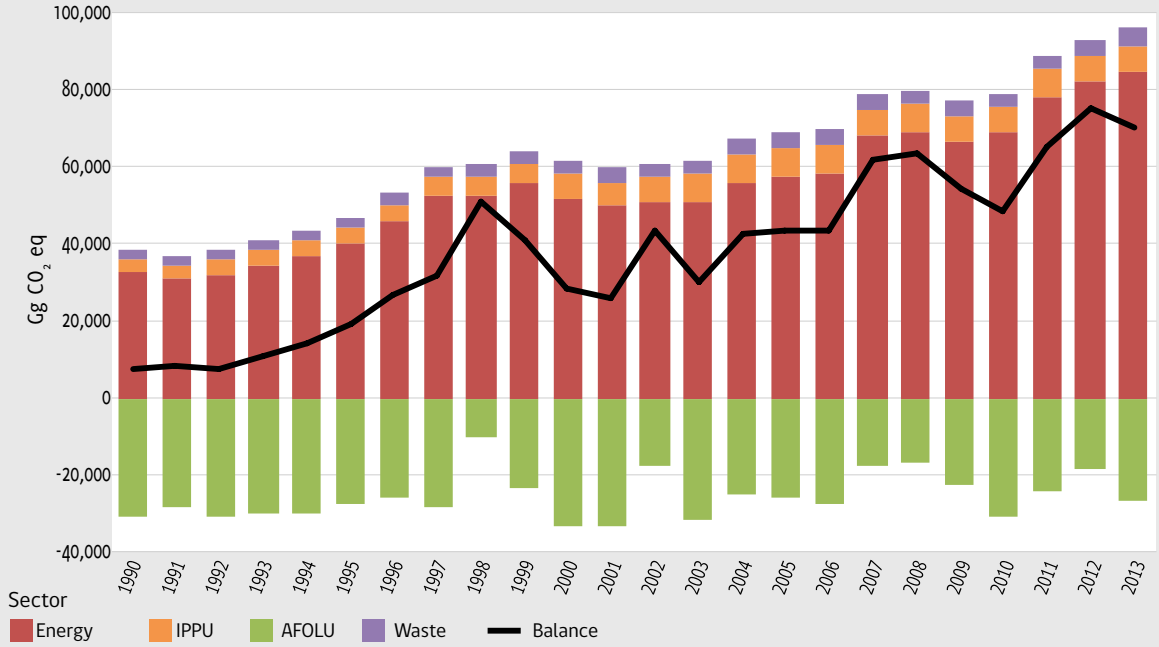
Table 2. **Chile's NGHGI: GHG emissions and removals (Gg CO_2 eq) by sector, 1990-2013**

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energy	33,219.5	52,122.9	69,423.7	78,527.0	82,076.6	85,075.4
2. IPPU	3,127.5	6,449.6	6,008.1	6,868.3	7,214.9	6,619.4
3. AFOLU	-30,866.3	-32,819.2	-30,514.4	-24,339.9	-18,410.7	-26,119.2
Agriculture	12,633.5	13,580.7	12,879.8	12,741.7	13,285.0	13,735.2
FOLU	-43,499.8	-46,399.9	-43,394.2	-37,081.6	-31,695.8	-39,854.4
4. Waste	2,526.1	3,348.3	3,802.6	3,939.8	4,019.2	4,478.8
Balance (with FOLU)	**8,006.8**	**29,101.5**	**48,719.9**	**64,995.1**	**74,899.9**	**70,054.4**
Total (without FOLU)	**51,506.6**	**75,501.4**	**92,114.2**	**102,076.7**	**106,595.6**	**109,908.8**

Source: MMA's Coordinating Technical Team
IPPU= Industrial processes and product use; AFOLU= Agriculture, forestry and other land use; FOLU= Forestry and other land use

[3] *In this report, the terms "balance of GHG emissions and removals" or "GHG balance" refer to the sum of emissions and removals of greenhouse gases, expressed in carbon equivalent (CO_2 eq). This term includes the entire AFOLU sector.*
[4] *In this report, the term "total GHG emissions" refers to the sum of national GHG emissions only, expressed in carbon dioxide equivalent (CO_2 eq). This term excludes sources of emissions and sinks from forestry and other land uses (FOLU) of the AFOLU sector, but includes greenhouse gas emissions from Agriculture.*

Figure 4. Chile's NGHGI: GHG emissions and removals (Gg CO_2 eq) by sector, 1990-2013



Source: MMA's Coordinating Technical Team

IPPU= Industrial processes and product use; AFOLU= Agriculture, forestry and other land use; FOLU= Forestry and other land use

ergy and the *AFOLU* sectors. The values observed that fall outside of the trend (Figure 4) are primarily the consequence of forest fires accounted for in the *AFOLU* sector.

In 2013, the total GHG emissions were dominated by CO_2, accounting for 78.4%, followed by CH_4 (10.7%) and N_2O (10.0%). Fluorinated gases collectively accounted for 0.9% of total GHG emissions in the country.

The *Energy* sector is the leading GHG emitter in Chile, accounting for 77.4% of total GHG emissions in 2013. That year, GHG emissions from the sector amounted to 85,075.4 Gg CO_2 eq, an increase of 156.1% since 1990 and of 22.5% since 2010. In general, this is mainly due to the increase in energy consumption in the country, including the consumption of coal and natural gas for electricity generation and consumption of liquid fuels, mostly diesel and gasoline, for road transportation. With regard to subcategories, the *Energy Industries* (mainly *Main activity electricity and heat production*) is the leading source of GHG emissions within the sector, with 45.3% share in 2013, followed by 28.9% from *Transport* (mainly road transportation), 16.8% from *Manufacturing industries and construction*, and 8.0% derives from *Other sectors* (mainly *Residential*). The *Oil and natural gas* subcategory accounted for 0.9%, while *Solid fuel* accounted for 0.1%.

The *IPPU* sector accounted for 6.0% of total GHG emissions in 2013. In the same year, GHG emissions from the sector amounted to 6,619.4 Gg CO_2 eq, an increase of 111.7% since 1990 and of 10.2% since 2010. Overall, this is mainly due to the sharp increase in production of iron and steel, lime, nitric acid, and cement. With regard to categories, 37.7% of GHG emissions from the sector correspond to the *Mineral industry*, followed by 23.9% from the *Metal industry*, 21.2% from the *Chemical industry*, 10.4% from *Product use as substitutes for ozone depleting substances*, 4.7% from *Other product manufacture and use*, and, finally, 2.1% from *Non-energy products from fuels and solvent use*.

The *AFOLU* sector is the only sector that consistently removes CO_2 in the country, making it the most relevant due to its mitigation potential. In 2013, the GHG balance from the sec-

Source thermal power plant, MMA.

tor amounted to -26,119.2 Gg CO_2 eq, reducing its sink condition by 15.4% since 1990 and by 14.4% since 2010. Overall, this is because the *Land* category decreased their removals, while GHG emissions from categories associated with agricultural activities (*Livestock* and *Aggregate sources and non-CO_2 emissions sources on land*) have remained stable during the 1990-2013 series. Regarding emissions and removals of greenhouse gases in absolute terms by category, 73.8% correspond to *Land,* followed by 15.5% from *Aggregate sources and non-CO_2 emissions sources on land* and, finally, 10.6% correspond to *Livestock*.

The *Waste* sector accounted for 4.1% of total GHG emissions in 2013. In the same year, GHG emissions from the sector amounted to 4,478.8 Gg CO_2 eq, an increase of 77.3% since 1990 and of 17.8% since 2010. In general, the key driver is the sustained increase in solid waste generation and its final disposal in landfills. With regard to categories, 72.0% of GHG emissions from the sector correspond to *Solid waste disposal,* followed by 26.7% from *Wastewater treatment and discharge,* 1.3% from *Biological treatment of solid waste* and, finally, 0.01% from *Incineration and open burning of waste*.

In accordance with the requirements of the UNFCCC and the 2006 IPCC Guidelines, GHG emissions generated by the consumption of fossil fuel in international air and maritime transport and CO_2 emissions from biomass burned for energy purposes were quantified and reported as *memo items*, but were excluded from the balance of GHG emissions and removals in the country.

3. Vulnerability and adaptation to climate change of the country

3.1. General background and national policies

Chile is a country vulnerable to climate change, since it complies with seven of the nine vulnerability characteristics as defined in the UNFCCC.

Chapter 3 presents the country's vulnerability conditions to the adverse effects of climate change and the adaptation actions being adopted with the purpose of taking into account Chile's needs and concerns on this matter. The adaptation strategy is carried out through nine sectorial plans and it is coordinated following to the operational structure described in the National Climate Change Adaptation Plan of 2014 and the Climate Change National Action Plan 2017-2022.

© San Javier, Macarena Mella.

3.2. Climate change trends observed and national projections

3.2.1. Atmospheric conditions observed

The trends observed in the average temperatures in Chile until 2010 show a cooling pattern at the coast and inland warming (central valley) and at the Andes as a main trend. The coastal cooling coincides with the cooling pattern of the superficial temperatures of the Pacific ocean given the decedal oscillation of the Pacific (PDO) (Vuille et al. 2015).

In the XX and XXI centuries the rainfall trends vary depending on the region and term considered. During the XX century rainfall in the Northern zone (18°-30° South) shows a significant inter-decadal variability associated to PDO. In the case of the Central zone (30-35° South), rainfall shows inter-decades variations associated to PDO, while in the Southern zone (37°-43° South) there has been a decreasing trend during the term analyzed (1979-2014). During the term 2010-2015 the Central-South zone of the country (from Coquimbo to Araucanía) recorded a rainfall deficit close to 30% (Boisier et al. 2016).

3.2.2. Temperature and rainfall projections

For the preparation of the IPCC Fifth Report, AR5, new GHG emission and concentration scenarios were developed called "Representative Concentration Pathways" (RCP). Using them, the fifth phase simulations of the inter-comparison project of climate change projections simulations were generated (Coupled Modeling Inter-Comparison Project 5, CMIP5).

Figure 5 shows the temperature projections for the term 2031-2050, for the two extreme scenarios RCP2.6, RCP8.5, CMIP3-SRES A1B and the regional simulation PRECIS-ECHAM5 for the A1B emissions scenario. The warming pattern is similar in all cases: greater warming at the high plateau level and lower at the southern region. The regional model, given its greater space resolution projects a greater warming in the Andean zone.

Figure 5. Maps of temperature change for RCP and SRES A1B (GCM and RCM) scenarios for the term 2031-2050 as compared to the term 1961-1990

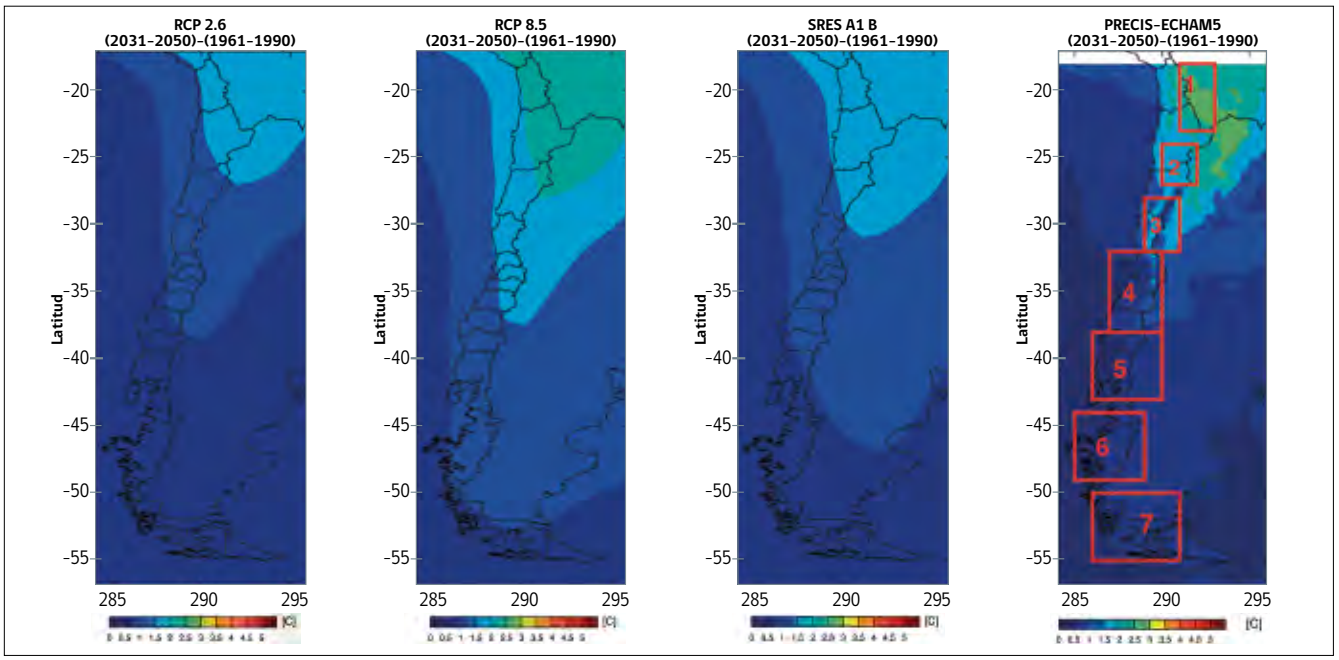
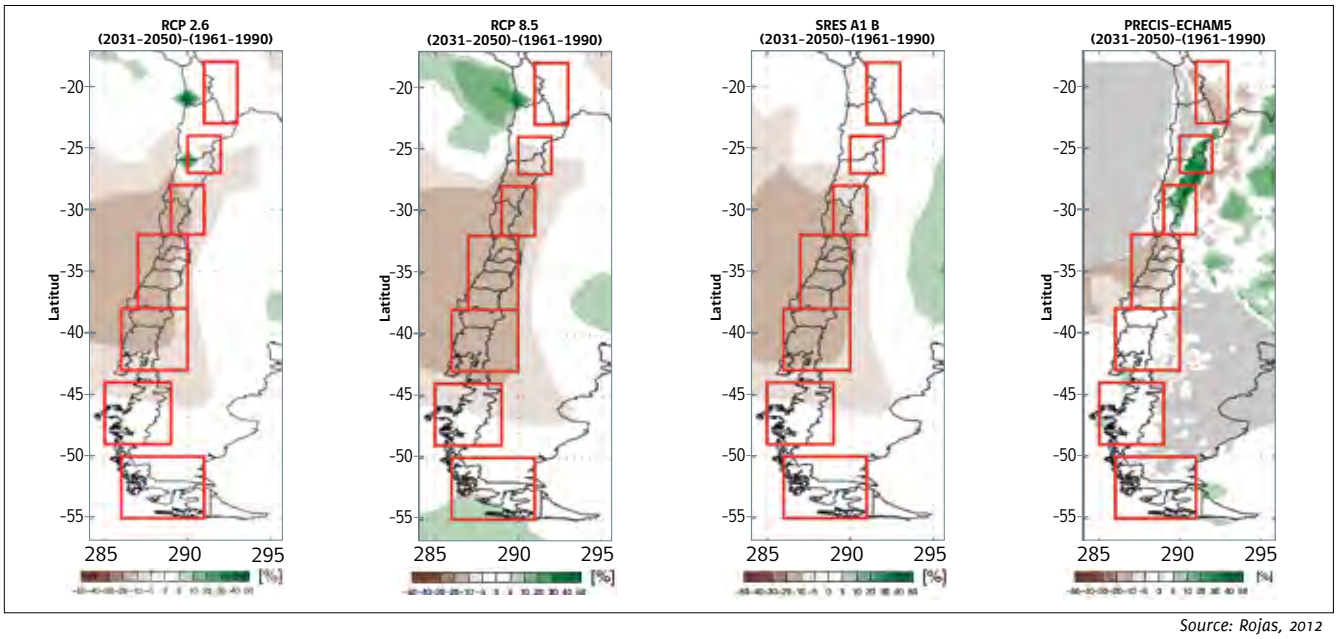


Figure 5. Maps of temperature change for RCP and SRES A1B (GCM and RCM) scenarios for the term 2031-2050 as compared to the term 1961-1990



Source: Rojas, 2012

In the case of rainfall, the trends of Figure 6 show that the term 2031-2050 would be dryer as compared to the historical mean, and a decrease between 5% and 15% is foreseen for the zone comprised between the basins of rivers Copiapó and Aysén. Such projections would increase towards the Southern zone of the country, specifically between the basin of Biobío river and the Southern limit of Los Lagos region.

3.2.3. Climate variability and extreme events

Chile climate is strongly influenced by three climate forcings: El Niño Southern Oscillation (ENSO), PDO and the Antarctic oscillation (AAO). ENSO has been described as one of the factors explaining the climate variability observed in central Chile. In that area, ENSO's occurrence is associated to location and high pressure centers intensity alterations by which the frontal systems enter the territory, establishing in general terms that during the warm or Niño phase the possibility of rainfall is higher than normal (Caviedes and Waylen, 1998). On the contrary, a decreasing trend has been noted in the rainfall amounts every time a significant decrease of the sea superficial temperature is recorded (La Niña phase) (Larkin and Harrison, 2002). Climate forcing has a significant impact on the frequency and intensity of hydro meteorological phenomena, such as a "megadrought" (Garreaud et al. 2015) that lasted from 2010 to 2015.

3.2.4. Cryosphere and sea conditions

Cryosphere

Recent studies indicate that climate variability factors (ENSO, PDO) considerably affect snow accumulation and mountain flow regimes. Historical changes in temperatures have altered the flow of lower elevation rivers, which suggests a possible development of a future threshold effect which could burst if the temperature increase noted during the last decades continues (Cortés et al. 2011; Masiokas et al. 2008; McPhee et al. 2014).

Other large components of cryosphere are glaciers. Recent evidence shows a backwards trend in most of glaciers in Chile. The difficulty to produce a projection of such trends into a predictive model lies in the fact that the relative influence of temperature variations and rainfall over its evolution has not been established (Bown et al. 2008; Casassa et al. 1998; Masiokas et al. 2009, 2016; Mernild et al., 2015; Pellicciotti et al., 2014; Rivera et al., 2002, 2006).

Sea

In Chile the sea level relative variation (NMM) as compared to the marine soil is conditioned by the seismic activity in the subduction zone between the Nazca plate and the South American plate. An analysis from the records of up to sixty years of mareographs from the SHOA national network (Contreras-López et al., 2012) indicates that the NMM change rates differ significantly along the country. The place with the greatest increase in NMM is Easter Island, with 3.2 mm/year. Forecasts of one of the climate change conservative scenarios for 2100 show NMM increases between

Juan Fernández, MMA.

0.2 and 0.3 m for different latitudes in Chile, values which coincide with the increase rates estimated by Cepal (2011) and the IPCC report (Magrin et al., 2014). Using numerical models, Albrecht and Shaffer (2016) project NMM increases at the Chile coast of 34 to 52 cm for the RCP4.5 scenario, and of 46 to 74 cm for the RCP8.5 scenario at the end of the XXI century.

The increase of atmospheric CO_2 emissions is inducing changes to the chemistry of sea water, decreasing its pH, lowering the availability of carbonate ions and reducing the calcium carbonate status. This phenomenon, known as ocean acidification occurs at a faster pace at the polar and sub-polar regions, such as Antarctica. The average pH of the surface water has been reduced by approximately 0.1 units since the industrial revolution and future reductions are expected of up to 0.3 units for year 2100 (IPCC, 2013).

Los Ríos, MMA.

3.3. Sectors vulnerable to climate change

From a vulnerability perspective, it is expected that the country is significantly impacted by climate change associated phenomena. The most relevant sectors in Chile that are vulnerable to climate change are water resources, biodiversity, farming, fishing and aquaculture, energy, cities, health, infrastructure, tourism and coastal areas.

3.3.1. Water Resources

The water resources sector is fundamental because it has a direct and indirect influence on the characteristics or productivity other sectors. The changes expected for the water sector may affect the different water safety features, either because they decrease the amount of water available for different productive uses, to sustain valuable means of life or ecosystems, or because they increase negative effects in terms of water quality or occurrence of extreme events such as disasters of hydro meteorological origin. Given their effects on water safety, hydric resources are directly connected to a series of sectors and systems. Significant progress has been made in Chile since the Second National Communication (2CN) in the study of such connections and in the analysis of indirect impacts mediated by changes in hydrological conditions. Currently there are 37 basins or sub-basins under analysis from a hydrological perspective, applying simulation models of SRES or RCP type climatic scenarios.

One of the most important basins in Chile is that of river Maipo, located at central Chile with a population of about seven million individuals concentrated in Santiago city. According to the different scenarios assessed by MAPA project, these effects could dramatically reduce the water volumes stored at El Yeso dam, the main source of water for the supply of potable water of Santiago city. A worsening of the irrigation water supply conditions is also expected due to an increase in water demand and a decrease of its offer during the irritation season.

In spite of all the progress related to information of the effects on climate by the observed and projected changes, the need to generate more precise models allowing for future modeling should be noted, for example to identify the effects of the temperature in-

crease on snow sublimation in the northern zone of the country, or to understand the influence of rocky glaciers on the rivers runoff regime.

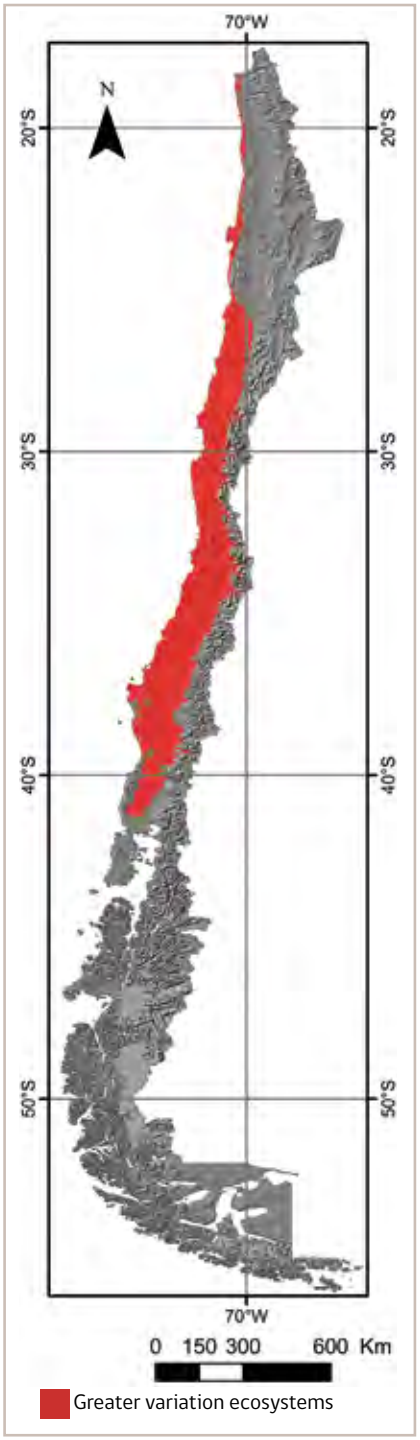
3.3.2. Biodiversity

Since the 2CN Biodiversity vulnerability studies have been updated both for species and ecosystems. The main results show a longitudinal variation of desert formations towards Andean vegetation and a latitudinal advance towards the south of the desert scrub formations and Mediterranean sclerophyll forests.

The update of ecosystems analysis presented by Marquet et al., (2010) maintains the latitudinal change pattern of ecosystems, concentrating the highest space variability at the Mediterranean zone of central Chile and the interior North zone of the high-temperature area (Araucanía Regions, de Los Ríos y Los Lagos), which corresponds to areas dominated by scrub and sclerophyll forests, thorn forests and deciduous forests (Figure 7).

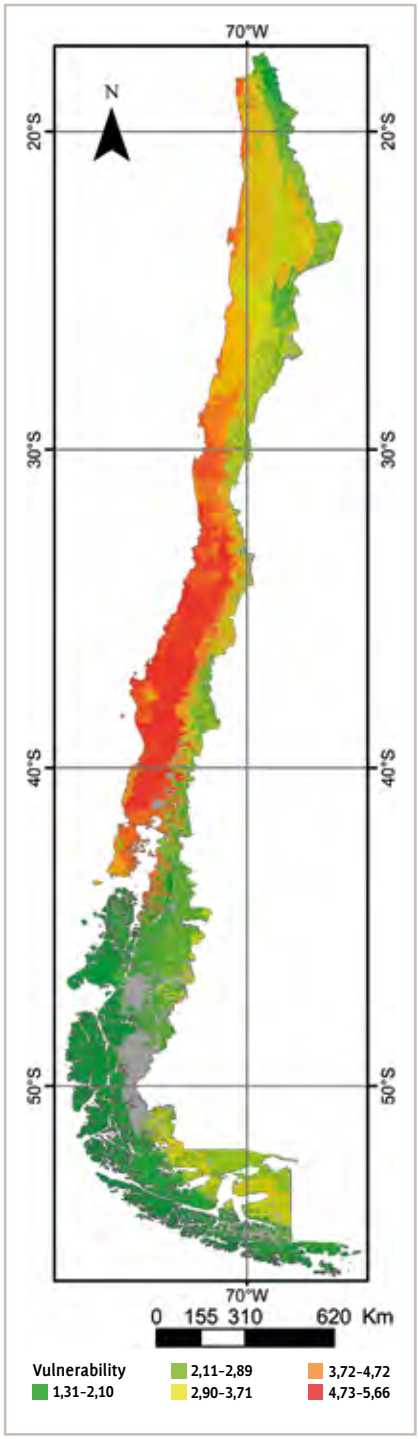
A vulnerability index was calculated applying the "bioclimate stress" concept to the 127 terrestrial ecosystems and including different types of anthropogenic pressures (Santibáñez et al., 2013). The index showed a trend to an increased vulnerability towards the central zone both for a greater anthropic presence as well as for the expected results of bioclimate stress. The floors with greater values for this index are within the deciduous, thorn and sclerophyll forest formations (Figure 8). The study also concludes that faced to the new climate scenarios, vegetation floors tend to reduce and fragment around their present area instead of displacing.

Figure 7. Ecosystems with a greater space variability as a consequence of climate change



Source: Pliscoff, unpublished data

Figure 8. Ecosystems vulnerability index (vegetation floors) for 2050 scenario



Source: Santibáñez et al., 2013

Source CONAF.

To analyze impact on species, the most used approximation corresponds to the species distribution models or niche models (Guisan and Zimmermann, 2000). This methodology is used in the Marquet et al., study (2010), which allows characterizing the current distribution of one species and project it in future scenarios by means of climate variables and known presences. As a result of the ecologic niche modeling, the response to climate change of the analyzed species shows for the term 2070-2100 that, in general and even though decreases dominate in the species distribution area of limited dispersion, the number of extinguished species is reduced. It has been noted that the response is highly dependent on the species dispersion capacity.

In the modeled term (end of the century), over half the studied species could expand their distribution range, while considering that most of species not able to disperse show decreases in their projected distribution area. Such results are consistent with the changes expected for native arboreal species of the Mediterranean region of Chile reported in Bambach et al., (2013).

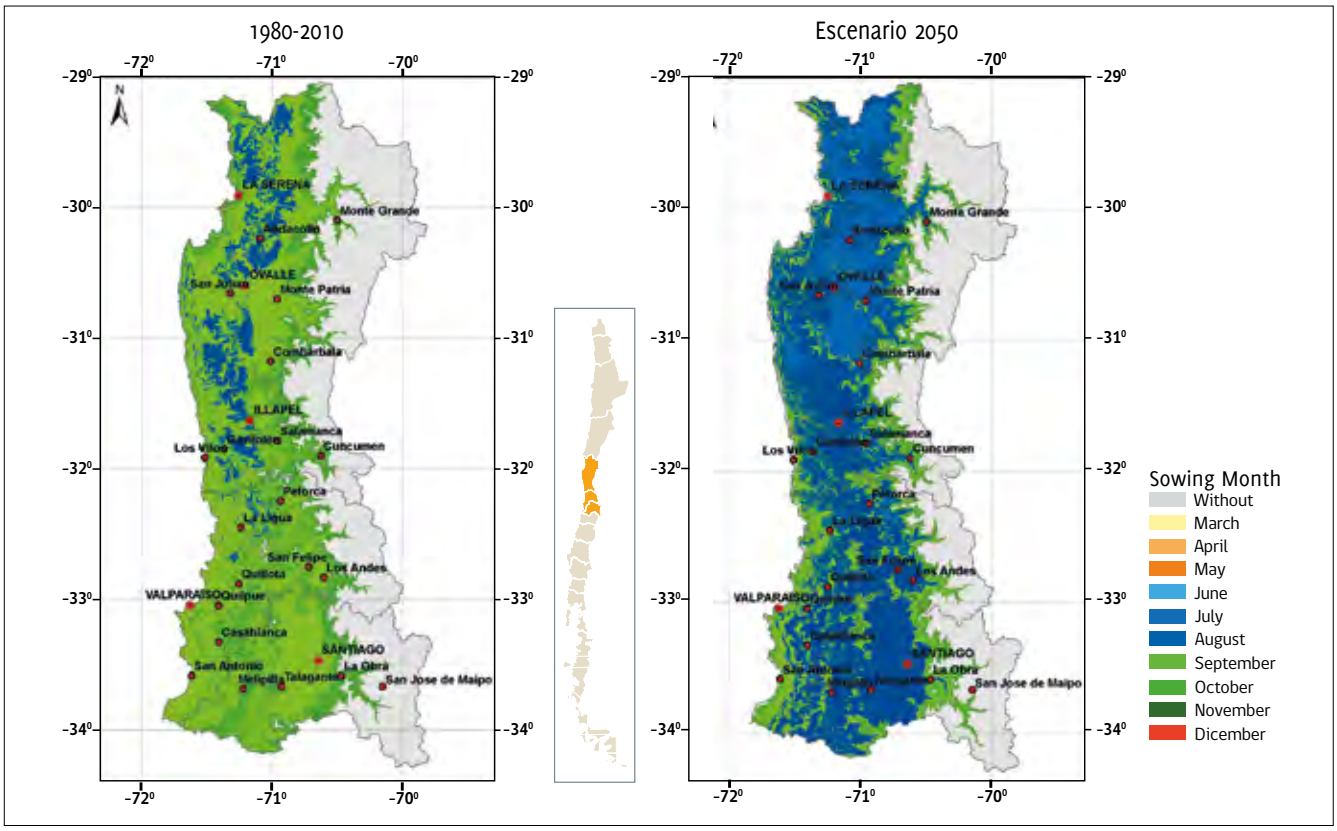
3.3.3. forestry, Agriculture and livestock

It is estimated that this is one of the most vulnerable sectors to climate change phenomena. The livestock and forestry industries are a significant source of employment, with a relevant share in the country's gross domestic product (GDP) of the country. The 2CN showed a detailed analysis of the potential impacts of climate change on the Agriculture sector. Most of the country's agricultural regions (Atacama to Los Lagos) would experience aridization as a consequence of rainfall decline which will continue during the XXI century (Agrimed, 2008). One of the main conclusions of such study indicates a displacement of the current agroclimate zones to the south, particularly referring to fruit cultives and forestry (Agrimed, 2008).

Impact on agricultural productivity projections have been updated for some crops, taking into account the new RCP climate scenarios. For example, according to estimates based on RCP 8.5 scenario for corn, around 2050 the production potential would considerably expand towards southerner latitudes as compared to the current extension, a displacement mainly explained by temperature increase in such latitudes. Notwithstanding, in the northern part of the current production zone decreases in the productive potential are foreseen of about 10% and 20%. Irrigation requirements would decrease between 10% and 30% as a consequence of earlier crops which would allow a greater use of winter rainfall. Regarding crops seasonality, in the central-north zone of the country the optimal sowing time would be advanced to winter months given temperature increases. At the valley zone of the Metropolitan region advances would be to August, while at the colder zones of Andean foothills crops would continue during the spring (Figure 9).

In general, conclusions derived from the studies presented at the Second National Communication continue being valid. Such results are consistent with evidences which did not find considerable differences in the main climate variables among modeling derived from SRES and RCP scenarios for Chile zone.

Figure 9. Changes in the optimal sowing time between baseline (1980-2010) and 2050 scenario (RCP 8.5)



Source: Agrimed, 2014

3.3.4. Fishing and aquaculture

Fishing activities at the central-south zone of Chile are the most important in the country, since they concentrate around 45% of domestic production. This zone productivity is determined by the Humboldt Current system (SCH), one of the most productive in the world both for its primary production (Daneri et al., 2000; Fossing et al., 1995) as well as fishing production (Bakun and Broad, 2003). The SCH occupies the central-south of Chile (~ 42° S) until the north of Peru (~ 4°-5° S). The most significant forcing within the context of climate change for SCH would be:

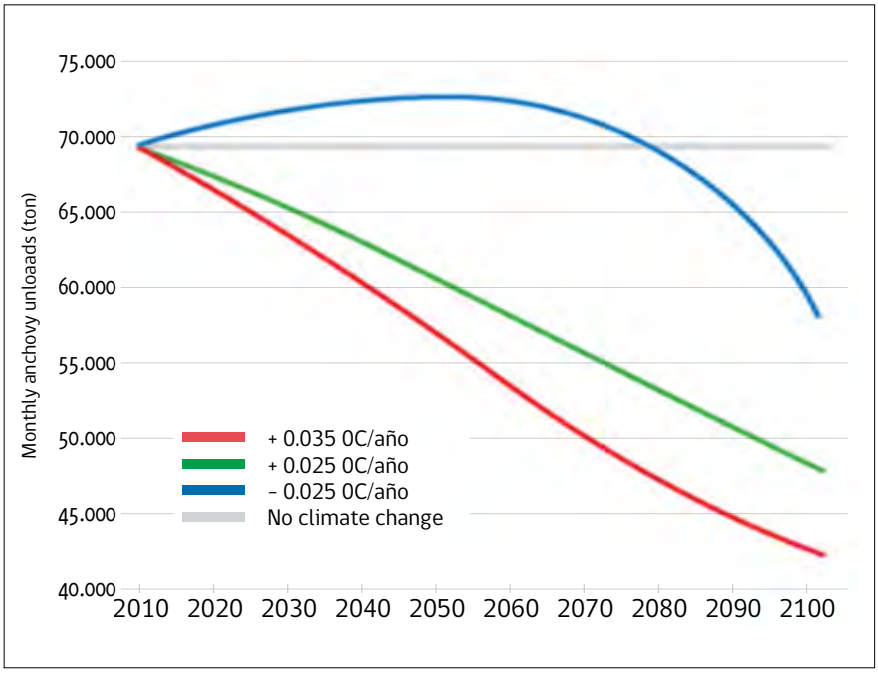
- changes in the concentration of environmental oxygen in the water column and in the sediments
- variations in the space-temporary intensity and dynamics of coastal upwellings
- changes in the sea temperature
- changes in ENSO frequency and intensity
- changes in circulation (marine currents)
- modification to the space-temporary dynamics of mesoscale physical structures (such as filaments, meanders, swirls, jets)
- increased sea level
- change in sweet water contribution to the coastal ecosystem

The potential impact of climate change on Chilean fishing and aquaculture are mainly focused on the effects of inter-annual variability associated to ENSO and PDO events. The importance of such variability is related to different space-temporary scales with effect on abundance, survival to the first stages of life, recruiting and changes in species distribution.

In Chile at least 11 fish and mollusk resources show different levels of vulnerability to climate change: anchovy (Engraulis ringens), common sardine (Strangomera bentincki), horse mackerel (Trachurus murphyi), hake (Merluccius gayi), species of sand eel conger eel, crabs, Juan Fernández lobster (Jasus frontalis), clam (Mesodesma donacium), large oyster (Argopecten purpuratus), abalone (Concholepas concholepas) and sea urchin (Loxechinus albus).

Studies on the impact of future changes in the sea mean surface temperature (TSM) project an increase in the anchovy catches in the north of Chile in case TSM decreases by 0.02 °C a year, and remarkable decreases if TSM increases by 0.034 °C a year or by 0.025 °C a year (Figure 10) (Yáñez et al. 2014).

Figure 10. Monthly projection of anchovy catches in the northern zone of Chile, considering four climate change scenarios. Source: Yáñez et al. 2014



Source: Yáñez et alter, 2014

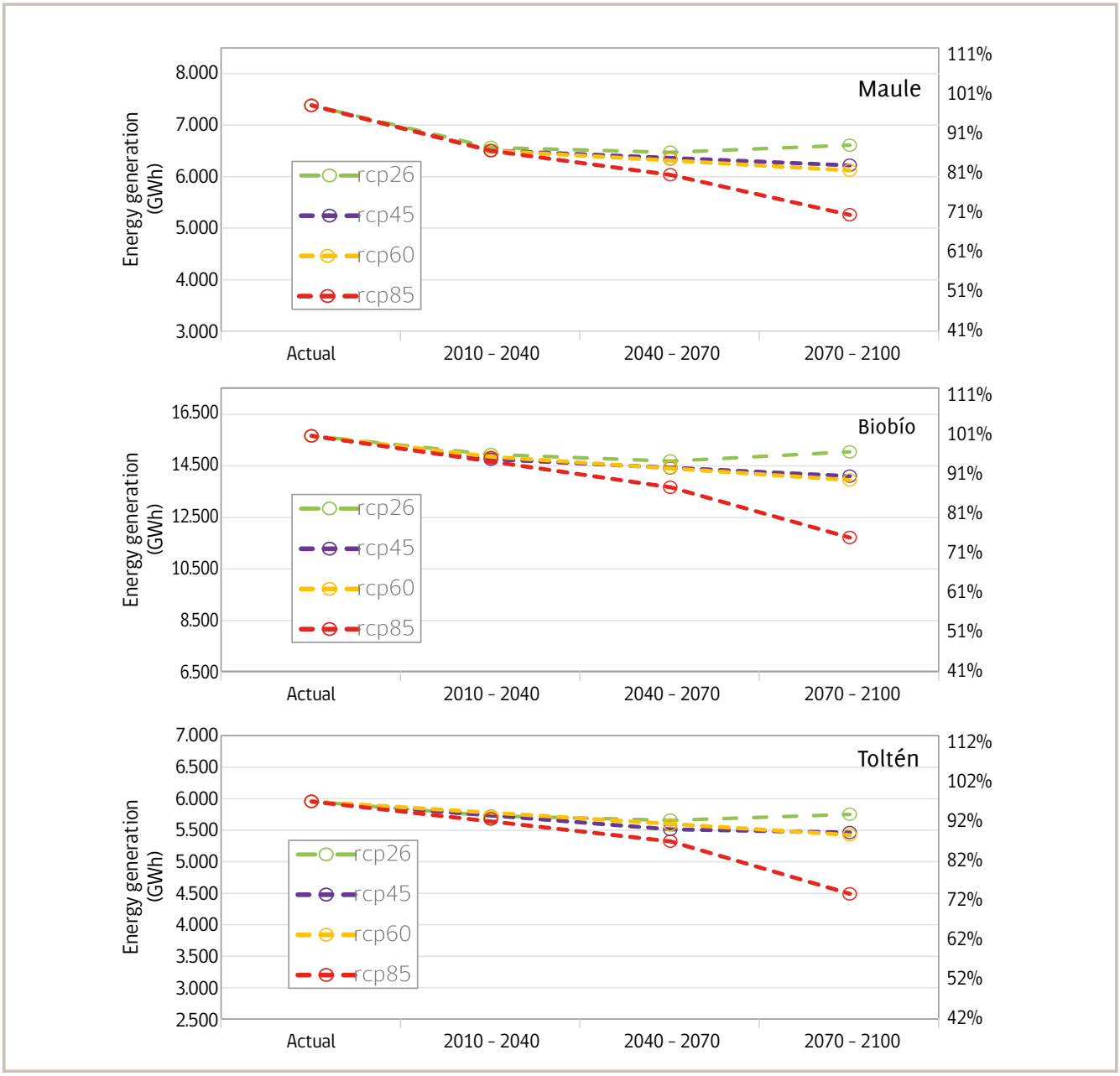
3.3.5. Energy

In terms of energy supply, a series of connections with climate conditions may be found, particularly in the case of renewable generation sources. The most evident is the case of hydroelectric generation, which directly depends on the availability of hydric resources. In Chile, a little less than 50% the electricity supply of the SIC (from Taltal to the South) comes from hydroelectric generation and, in general, the growth plans of such offer consider this source as a significant strategic axis. The latter coincides with recent studies (TECO Group and CCGUC, 2015) which show there is still a significant generation potential for the basins in the south of Chile (basins at the south of river Maipo). Figure 10 shows the possible impacts of climate change on the electric energy generation at three of the most important basins in the country.

3.3.6. Infrastructure

Infrastructure services and works are the support to a wide range of social and productive sectors. Consequently they enable economic development and social wellbeing, the population's health and quality of life. In Chile infrastructure vulnerability to climate change has started being characterized by means of studies describing the potential impacts on hydric resources (as a resource and as a threat) and implications of such impacts. Furthermore, recently the Ministry of Social Development has started developing a Methodology for the Identification and Assessment of Disaster Hazards in Public Investment Projects. This effort requires a better description of the physical processes and vulnerability, and of exposure conditions that trigger a disaster. The need to also incorporate climate change has been detected in this process. It is worth mentioning that such progress has also led to define methodologies to assess climate

Figure 11. **Estimate of climate change impact on the electricity generation capacity associated to future projects at Maule, Biobío and Toltén basins**



Source: Teco Group and CCGUC, 2015

change impact on infrastructure, in order to have new design and adaptation practices. A relevant document is the "Methodological Approach to assess climate change adaptation at the MOP public infrastructure" (CCG-UC, 2012), which defines a methodology to incorporate climate change to works planning, design and operation.

According to research conducted, impacts associated to climate change would affect drainage, fluvial works, bridges, ports infrastructure as well as coastal infrastructure.

3.3.7. Cities

The "Urban Adaptation to climate change" Study (MMA, 2014) considered urban vulnerability to variability and climate change of Chile's regional capitals and analyzed how such climate threats are considered by the territorial planning instruments. The five main threats, of a total of fourteen identified in this study are, in order of occurrence: floods, mudslides and downpours, landslips, droughts and temperature increase.

One of this study's conclusions is that national institutions show limitations in deploying climate change agendas at their national territories. A lack of involvement by local governments is apparent, which increases vulnerability conditions in some cities along the national territory.

In a MINVU analysis (2016) carried out within the framework of the elaboration of the Adaptation Plan for Cities, the impact hazard index of climate events is estimated per regional capital according the climate origin threats and a social vulnerability based on poverty, as established by CASEN survey. The threats index is composed by events occurred and their occurrence probability according to geographic location, including the possibility of sea level rise.

The study "Preparation of a digital basis of Chile's climate as per district: baseline (1980-2010) and projection to 2050" (MMA, 2016b) provides information on climate change as of 2050 according to the RCP8.5 scenario for 336 Chilean districts.

Table 3 shows a synthesis of two studies (MMA, 2016, 2016b) for the fifteen Chilean regional capitals. Rainfall absolute changes of less than 5 mm/year have been considered as "0".

Table 3. Synthesis of climate event impact hazards and temperature and rainfall changes as of 2050 ac cording to RCP 8.5 scenario for the fifteen regional capitals of Chile

City	Impact hazard	Potencial threat due to sea level rise	Temperature changes to 2050				Rainfall changes to 2050	
			Summer	Summer	Winter	Winter		
			(°C)	(%)	(°C)	(%)	(mm)	(%)
Arica	0,72	yes	2,2	11	2,5	17	0	0
Iquique	0,62	yes	2,1	10	2,4	16	0	0
Antofagasta	0,63	yes	2,1	10	2,2	16	0	0
Copiapó	0,57	not applicable	2,2	11	2,2	21	0	0
La Serena	0,76	yes	1,9	11	1,8	17	-10	-13
Valparaíso	0,89	yes	1,9	11	1,6	15	-68	-17
Santiago	0,64	not applicable	2,7	14	1,7	19	-51	-15
Rancagua	0,63	not applicable	2,2	11	1,7	19	-82	-15
Talca	0,66	not applicable	2,1	11	1,5	18	-132	-16
Concepción	0,85	yes	1,7	10	1,3	14	-150	-15
Temuco	0,69	not applicable	1,9	12	1,2	16	-192	-15
Valdivia	0,48	yes	1,6	10	1,1	14	-231	-13
Puerto Montt	0,75	yes	1,7	12	1,2	18	-229	-12
Coyhaique	0,41	not applicable	1,6	15	1,5	79	-85	-7
Punta Arenas	0,61	yes	0,9	11	1,5	94	92	4

Source: Adaptation area, Climate Change Department, MMA

3.3.8. Health

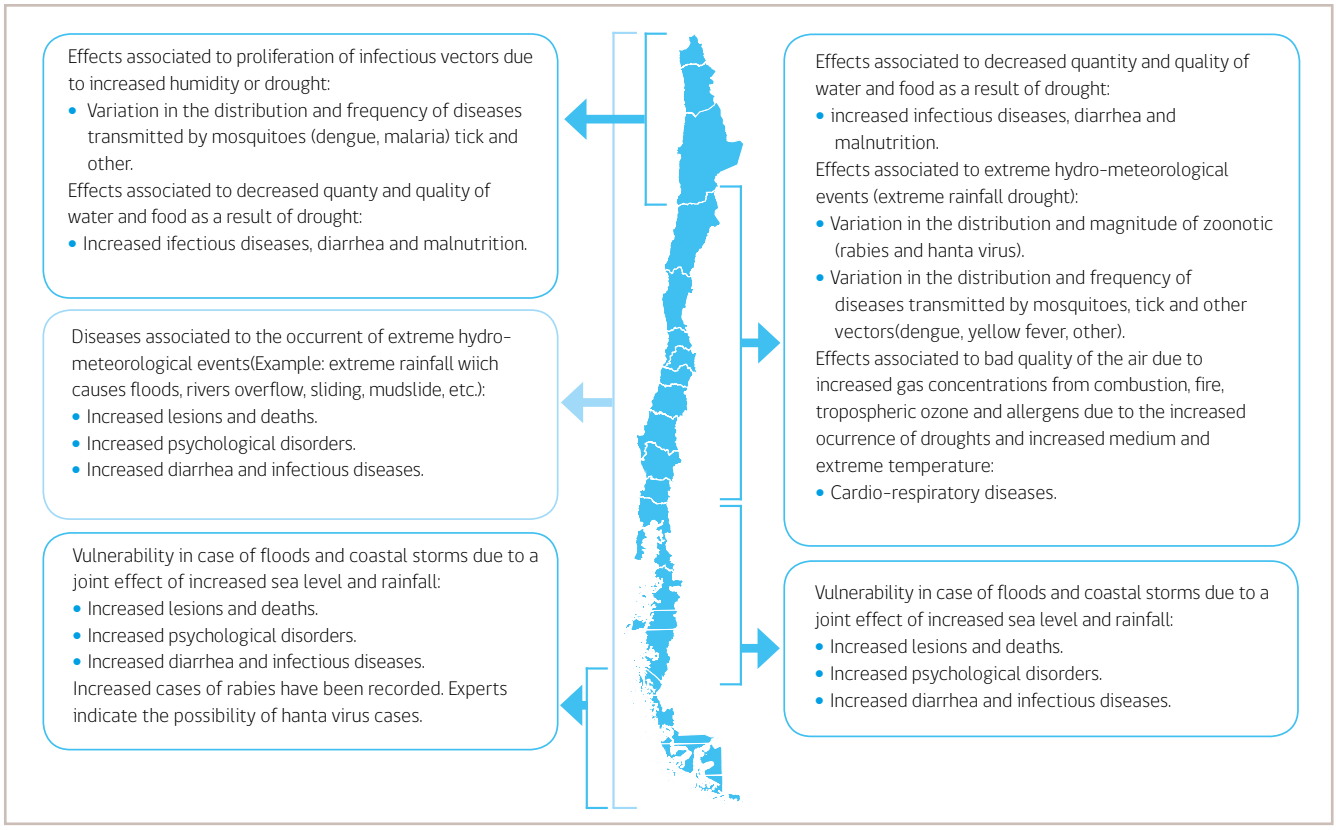
During the last five years the Health sector has generated significant information regarding the sector vulnerability to climate change impacts, as well as the possible effects such changes may have on the population. This has led to the definition of strategies and specific measures allowing the population and the country's institutions to adapt to these new conditions.

In general, the relationship between climate change impacts and their effects on human health is complex and multidimensional, hence it is difficult to isolate particular causes so as it is necessary to learn their interactions to identify where to concentrate efforts (GreenLab, 2012).

The study "Identification of impacts, vulnerability assessment of the health sector to climate change and adaptation proposals" (GreenLab UC, 2012) projects the impacts on health for the country in accordance with climate modeling scenarios SRES developed by CEPAL (2009), and with the literature and international experience on the issue. The results of this study were one of the main inputs for the preparation of the first version for the Climate Change National Adaptation Plan for Health in Chile.

According to such study, the impacts on health, either nationwide or local, may be classified according to their scope. The national scope impacts are those expected as a consequence of extreme hydro-meteorological events, among them those associated to ENSO phenomenon. Such events may cause an increase of infectious and diarrhea diseases; diseases associated to water consumption and contaminated food; morbidity variation as a result of temperature changes, as well as damages and death for the direct effect of such phenomena, all of which may have an impact on vulnerable groups of the population, as well as on individuals performing outdoors activities periodically at zones of intense solar radiation (GreenLab UC, 2012).

Figure 12. **Synthesis of possible climate change impacts on health**



Source: MINSAL, 2015, based on GreenLab UC, 2012

Local impacts are expected at the northern zone (between Arica y Parinacota Region and the Andean sector of Antofagasta), at the central zone (between Atacama Region and de Los Lagos Region), at the southern zone (between Chacao channel and Aysén Region) and at the austral zone (the entire Magallanes Region) (MINSAL, 2015).

3.3.9. Tourism

Climate is an essential resource for tourism, especially for touristic segments such as seaside, nature and winter sports. Climate changes and weather patterns at touristic destinations may significantly affect tourists comfort and their travel decisions, and have direct effects on tourism marketing, demand, visitors flow and consequently on the communities offering services and activities.

According to the World Tourism Organization, in 2014 Chile was the seventh destination for foreign tourists within America and the third country with the largest reception of international tourists in South America, behind Brazil and Argentina. Currently, the domestic touristic industry has acquired a greater relevance; as a matter of fact, it contributed with 3.23% of GDP in 2010 (SERNATUR, 2014) and in 2015 Chile received about four million visitors.

Among Chile's main touristic attractions are its wide coast and sea, river and lake shores; the Andes mountains, with their ski stations, their hills and volcanoes; islands and islets, among them Easter Island and Chiloé; as well as other natural sceneries integrated by natural reserves, nature sanctuaries, national parks, natural monuments, RAMSAR sites and biosphere reserves.

In spite of all these possible connections between climate change and the tourism sector, to date there are no studies at a national level that explicitly study the potential impacts or tourism vulnerability to climate change phenomenon.

3.4. Climate Change Adaptation

The Chilean strategy regarding climate change adaptation is defined in the National Adaptation Plan to Climate Change of 2014 and in the National Action Plan on Climate Change 2017-2022, of 2016. Both plans, approved by the CMS, approach the adaptation to climate change through sector plans and a series of cross-cutting and inter-sector measures.

According to the country's commitments undertaken through its INDC of 2015, in 2018 Chile shall have Adaptation Plans to Climate Change for the Farming, Biodiversity, Fishing and Aquaculture, Health, Infrastructure, Cities, Water Resources, Energy and Tourism sectors, which will be updated every five years.

According to the Report of the National Adaptation Plan to Climate Change (MMA, 2016c), 70% of its activities are in their implementation phase and 4% are finished.

The four sector plans available (Farming, Biodiversity, Fishing and aquaculture, and Health) are in a ongoing implementation phase enabled by the financial support of the Global Environment Facility (GEF) and the adaptation fund of United Nations Framework Convention on Climate Change. Such plans approach their corresponding sector adaptation through a series of measures described as "action files", ordered according to strategic lines, specific goals or action axes.

Forestry, Agricultures and Livestock Plan (MMA, 2013)

This plan comprises 21 action files ordered as per 5 strategic lines: i) improving agricultural competitiveness; ii) encouraging research and innovation; iii) promoting economic, social and environmental sustainability; iv) transparence and access to markets, and v) modernizing the Ministry of Agriculture (MINAGRI) and its services.

They are all under execution, with an average progress of 70.7%. The Minagri is working on the 2018 update of this plan, with this update, the second cycle of sector plans, as undertaken in the Chilean INDC will be initiated.

Within the context of implementation of this plan there are two projects: i) "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean region of O'Higgins", financed by the adaptation fund of United Nations Framework Convention on Climate Change for a total amount of US$9,960,000, and ii) the project "Technical Cooperation for measurement of carbon footprint and handling of plagues and diseases of untraditional export products adapted to hydric shortage conditions", financed by the Chile Mexico Fund for a total amount of US$261,087.

Biodiversity Plan (MMA, 2014a)

This plan comprises 50 action files ordered according to 4 specific purposes: i) biodiversity research and capacity building in management, information and environmental awareness at a national, regional and local level; ii) promotion of sustainable productive practices for adaptation to climate change in biodiversity and maintenance of the ecosystem services; iii) consideration of biodiversity objectives in the urban territorial planning instruments, in the regional territorial ordering plans (PROT) or other, as adaptation mechanism to climate change; iv) strengthening of the National System of Governmental Protected Areas and implementation of adaptation to climate change measures in the ecosystems and species, in environments both terrestrial and marine, coastal, of continental water and oceanic islands, both at rural and urban and outskirts sites.

Of this plan, 37 measures are under implementation, with an average progress status of 37.2%. The most relevant project is "Design of a biodiversity and climate change monitoring network", financed by the Climate Technology Centre and Network (CTCN) for US$250,000.

Fishing and Aquaculture Plan (MMA, 2015a)

This plan comprises 29 actions files ordered according to 5 specific objectives: i) promoting implementation of the precautionary and ecosystem approach in fishing and aquaculture as a manner to improve marine ecosystems resilience and the coastal communities that use hydro biological as well as the sector resources in general; ii) developing the necessary research to improve the knowledge on climate change impact and scenarios over ecosystem conditions and services on which fishing and aquaculture are based; iii) disseminating and reporting climate change impacts with the purpose of educating and training users and significant stakeholders on this issues; iv) improving the standardization, political and administrative framework to effective and efficiently approach the challenges and opportunities of climate change, and v) developing direct adaptation measures aimed to reduce vulnerability and climate change impact on the fishing and aquaculture activities.

Source MMA.

Within the framework of this plan implementation the Project "Strengthening climate change adaptation capacity in the Chilean fishing and aquaculture sector", should be highlighted. The Special Climate Fund of GEF in an amount of US$2,500,000 provided funding for this project.

Health Plan (MMA, 2016)

This plan comprises 16 action files ordered according to 8 action axes: i) strengthening of institutions, ii) strengthening of human capital, iii) studies, iv) surveillance, v) promotion of health among citizens, vi) response in emergency situations, vii) decreased vulnerability, and viii) health care This plan is subject to approval by the Council of Ministers for Sustainability.

4. Mitigation of Greenhouse gases emission

Nationally, the actions that contribute to the reduction of GHG emissions have been developed in a sectorial context. The Ministry of Environment, in its role as coordinator of climate change issues in Chile, has gathered information on national policies and initiatives with benefits in GHG mitigation, enhancing this variable as an indicator of the country's efforts to comply with the objectives of the UNFCCC.

4.1. Mitigation in Chile

At COP 15 (2009, Copenhagen) the Minister, President of the National Environment Commission (CONAMA) expressed Chile's voluntary pledge, which affirms that "Chile will take nationally appropriate mitigation actions to achieve a 20% deviation below the "Business as Usual" emissions growth trajectory by 2020, as projected from the year 2007". The statement also specified that "To accomplish this objective, Chile will need a relevant level of international support." This voluntary commitment has led to the development of various mitigation activities in the country focused on reducing GHG emissions.

For the first time the Paris Agreement, adopted in December 2015, involves all parties in a common cause to make ambitious efforts to fight climate change and adapt to its effects and called on countries to make their best efforts in their Intended Nationally Determined Contributions. As part of the preparation of this agreement, Chile developed its Intended Nationally Determined Contributions (INDC).

Archivo MMA. Signature of Paris Agreement.

4.1.1. Chile Intended National Determined Contribution (INDC)

Chile has submitted its INDC to the Secretary of the UNFCCC in September, 2015. The country´s commitments are divided into 5 pillars: i) mitigation, ii) adaptation, iii) capacity building and strengthening, iv) development and Technology Development and Transfer, and v) financing.

In the case of the mitigation pillar, Chile has chosen to present its contribution using the format of emissions intensity (tons of CO_2 equivalent per unit of gross domestic product (GDP) in millions of CLP$ at 2011). Methodologically, it was decided to separate the Land Use, Land-use change, and Forestry (LULUCF) sector from the national commitment to mitigation, due to the high annual variability of sinks and emissions from the sector, and for being less dependent on the trajectory of economic growth.

Chart 1. **Chile's national contribution to mitigation**

Carbon Intensity Target:

a) Chile is committed to reduce its CO_2 emissions per GDP unit by 30% below their 2007 levels by 2030, considering a future economic growth which allows to implement adequate measures to reach this commitment[5].

b) In addition, and subject to the grant of international monetary funds[6], the country is committed to reduce its CO_2 emissions per GDP unit by 2030 until it reaches a 35% to 45% reduction with respect to the 2007 levels, considering, in turn, a future economic growth which allows to implement adequate measures to achieve this commitment.

Specific Contribution from the forestry sector:

a) Chile has committed to the sustainable development and recovery of 100,000 hectares of forest land, mainly native, which will account for greenhouse gas sequestrations and reductions of an annual equivalent of around 600,000 tons of CO_2 as of 2030. This commitment is subject to the approval of the Native Forest Recovery and Forestry Promotion Law.

b) Chile has agreed to reforest 100,000 hectares, mostly with native species, which shall represent sequestrations of about 900,000 and 1,200,000 annual equivalent tons of CO_2 as of 2030. This commitment is conditioned to the extension of Decree Law 701 and the approval of a new Forestry Promotion Law.

Within such context, all sectors quantified in the INGEI 1990-2010 have a priority to carry out mitigation actions in Chile.

4.1.2. Assessment of mitigation in Chile

The inventory information provides the context and the grounds to understand the significance of sectorial mitigation actions given that the gradual implementation of such actions shall be reflected on the trend of the country's GHG emissions.

On the other hand, with the purpose of assessing possible mitigation scenarios in the different emission sectors, the MAPS-CHILE Project was developed between 2012 y 2013 which

Archivo MMA.

apart from building capacities and involving society in the analysis of mitigation options in Chile, provided the basic elements to prepare the Chile's INDC document as a long term commitment.

4.2.Sectorial mitigation actions

Chile has implemented a series of cross-cutting and sectorial actions, which, although they have been de-

[5] *This commitment assumes a growth rate for the economy similar to the growth path the country has experienced in the last decade, except for the most critical years of the international financial crisis (2008-2009).*

[6] *This commitment assumes a growth rate for the economy similar to the growth path the country has experienced in the last decade, except for the most critical years of the international financial crisis (2008-2009). In addition, for the purposes of this commitment, an international monetary grant shall be deemed any grants which allow to implement actions having direct effects on greenhouse gas emissions within adequate time frames.*

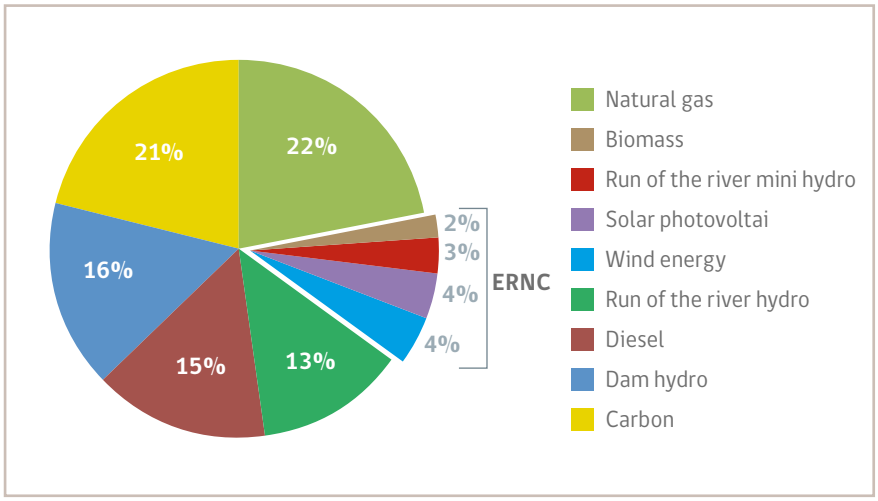
signed with sectorial purposes, due to their characteristics, they have had an impact on GHG emissions in the country.

4.2.1. Energy Sector

This sector is regulated by the Ministry of Energy and its dependent or related organizations, being the private sector responsible for making investments.

On June, 2016 the total installed capacity of the national energy matrix was 20,627 MW. As from 2010 the Chilean electric system must comply with a non-conventional renewable energy (NCRE) injection quota. As of 2005 their installed capacity was 286 MW, while in 2016 it was already 2,720 MW, which represents 13.15% of the total capacity of Chile's electric systems (Figure 13) (CNE, 2016).

Figura 13. Chile's total installed capacity as per source type, 2016



Source: Energía Abierta, June 2016

The Ministry of Energy, created in 2010, is the public entity responsible for preparing and coordinating plans, policies and standards for the country's energy development thus ensuring Chilean population has an access to energy in a safe manner and at a reasonable price.

During the last six years the Ministry enacted a series of laws and programs which directly or indirectly contribute to reduce GHG emissions:

- In 2011 the Ministry of Internal Affairs and Public Security, and the Ministry of Energy issued the guidelines on application of energy savings measures in the public administration which purpose is to achieve a minimum 5% decrease of electric consumption in the public buildings.
- In 2012 the National Energy Strategy 2012-2030 was launched, which goal is defined as a 12% decrease of the country's projected energy demand to 2020, and which main pillar is energy efficiency.
- In 2013 the Energy Efficiency Action Plan was launched (PAEE 2020), which establishes a series of concrete measures under the influence of the National Energy Structure, with the purpose of achieving the goal of a 12% reduction of the final energy demand projected for 2020.
- In 2013 Law 20,698 (Law 20/25) was enacted, which establishes that NCREs participation in the electric generation matrix in Chile must reach 20% by 2025.
- The Energy Agenda was presented in 2014, and a consultation multi-acting committee was created to prepare the country's Energy Policy.
- In 2015 the consultation multi-acting committee published the "2050 Roadmap: Towards a sustainable and inclusive energy for Chile", which incorporates a series of purposes and goals, such as lifting the existing barriers for NCREs (the commitment is that by 2025, 45% of the electric generation capacity is originated by this type of sources) as well as encouraging the efficient use of energy as energetic resource (the savings goal is 20% in 2025).

Other activities aimed to the Energy Sector GHG reduction is related to the NAMA developed by the Ministry of Energy and the Economic Development Agency of the Chilean Government (CORFO) (see 4.3. Other mitigation actions), in a project which encourages the incorporation of self-sufficient renewable energy systems.

4.2.2. Transportation Sector

According to 2013 INGEI figures, in Chile CO_2 eq emissions of this sector are mainly originated by terrestrial transportation (88.9%), followed by national aviation (4.1%), national navigation (3.6%), other type of transportation (2.8%) and railways (0.6%).

The Ministry of Transportation and Telecommunications (MTT), through its Transportation Undersecretary, is the public entity in charge of generating policies, standards and conditions for the development of transportation systems.

With the purpose of strengthening its planning and development role, in 2012 the Planning and Development Coordination was created which manages the purposes and tasks developed by the Roads and Urban Transportation Program (SECTRA), the Traffic Control Operative Unit (UOCT), the Intelligent Cities Unit (UCI), the Short Term Management Unit (UGCP) and the Infrastructure Projects Management Unit (UGPI).

In 2013, the Transportation National Policy (PNT) was designed to establish an institutional framework to lead sectorial work in the long term, which sets the objectives, principles and instruments allowing for planning and implementing of the transportation systems that will be needed in the future, in order to contribute to the social and economic development of the country.

The following are examples of mitigation progress in the Transportation sector:

- In 2012, the emission standards were updated to reduce motor vehicle contaminants in the entire national territory.
- In 2012, the incorporation of low carbon vehicle technologies was promoted through the Energy Consumption Label on new vehicles, which in 2012 was voluntary and from 2013 it started being applied mandatorily.
- In 2014, the Technological Improvement Project for Buses of the Public Transportation System (Transantiago) was developed to deliver recommendations enabling the fleet renewal process projected for the term 2015-2022. The purposes were mitigating contaminants emission and increasing energy efficiency of the public transportation in Chile.
- The order of the urban public transportation systems was restructured with the purpose of decreasing atmospheric pollution and GHG emission; the fleet was renewed, as well as the plans to improve buses energy management.
- The fleet technological replacement program contributes to air decontamination. Since its start-up, in January 2015, over 2,850 buses have been replaced in the national territory.
- The promotion of modal alternatives encourages the use of non-motorized means in the cities through the creation and maintenance of cycle lanes. In 2013, the Santiago cycle lanes Master Plan was approved, an initiative which contemplates the design and construction of a network of approximately 932 km of cycle lanes for the capital. In 2014, the Cycle Lanes Plan was announced, a national initiative that contemplates the construction of 190 km of high standard cycle lanes which shall extend throughout the fifteen regions of the country.

4.2.3. Use of land, change in the use of land and forestry (UTCUTS)

The UTCUTS sector is formed by emissions and removals originated at forestry, meadows and scrubs soil; agricultural soil; urban soil; wetland and bare soil. The UTCUTS net contribution to GHG emission of the country is negative because its capacity to capture CO_2 exceeds its emissions. Capture sources are mainly native forest renewals, regeneration of managed native forest and forestry plantations, mostly exotic.

The Ministry of Agriculture is the Governmental entity in charge of encouraging, orientating and coordinating this sector activity in the country through the National Forestry Corporation (CONAF), the Farming Investigation Institute (INIA), the Foundation for Agricultural Innovation (FIA), the Institute for Farming Development (INDAP), the Information Center for Natural Resources (CIREN), the Forestry Institute (INFOR), among other. The Ministry contributes to the sector's development by means of regulations and programs aimed to technology transfer, innovation and financial support to small producers, with the purpose of fostering productivity and competitiveness of agricultural, livestock and forestry activities.

By virtue of its contribution capacity to the sector's mitigation, INDC Chile makes a specific contribution to this sector, associated to sustainable management and forest recovery.

One of the key instruments to comply with this forestry goal is the National Strategy for Climate Change and Vegetal Resources (ENCCRV) that CONAF is formulating and implementing, in order to make available a legal, technical, operational and financial platform that regulates and promotes preservation, recovery and rational use of vegetal resources from a rationale that contributes to mitigation and adaptation to climate change, and to the resulting processes of desertification, drought and soil degrading, with an emphasis on the territories of greater social, economic and environmental vulnerability of the country.

Archivo MMA.

The ENCCRV main guidelines are the approach on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+) and Carbon Existence Increase and Land Degradation Neutrality (LDN). On the other hand, the strategy will be a tool to comply with the Sustainable Development Objectives approved in 2015 by the General Assembly of the United Nations.

4.2.4. Waste Sector

The Waste sector emissions are originated by the final disposal of municipal solid waste; waste water treatment and their corresponding muds; from hospital residues incineration and nitrous oxide emission from human excretions.

The most part of Chile's GHG in this sector are originated by municipal solid waste whose management, regulated by the Sanitary Code, is granted to municipalities through the Municipalities Organic Constitutional Law.

Currently, the policy for the integral management of solid waste –a responsibility of the MMA– is being updated. A milestone in this area is Law 20,920, enacted in 2016 which establishes the framework for residues management; producer's extended responsibility and recycling encouragement, and forces manufac-

turers and importers of six priority products to recover a percentage of their products once their useful life has ended.

4.2.5. Mining Sector

Chile is the first copper producer in the World. Notwithstanding, the decrease of international demand resulting from the Chinese economy downturn –its main buyer– during the last years has caused a significant decrease in sales prices which has directly affected its contribution to the domestic GDP. In spite of this industry's contraction, the sector's energy consumption has continued growing as well as the associated GHG emissions. Direct emissions of the mining sector due to the use of fossil fuels with energy purposes during 2013 (according to Chile's INGEI) amounted to 5.3 million CO_2 eq tons. According to a COCHILCO analysis, 76% of such emissions are originated by the open pit mine processing given the great use of diesel at the works.

The main institutional arrangement within this sector is the Cooperation Agreement which took effect in July, 2014 between the Ministry of Energy and the Mining Council. Its main purpose is to encourage the efficient use of energy resources through the promotion of energy management, the use of efficient equipment and systems, and the creation of an efficiency culture inside the member companies. Among the activities developed by the companies within the Agreement´s framework are: energy audits to operations; identification of efficiency measures and the definition of a short, medium and long term implementation plan at, apart from maintaining adequate records to assess activities. On the other hand, the Ministry of Energy is in charge of to supporting and enabling the development of such activities (Cooperation Agreement between the Ministry of Energy and the Mining Council, 2014).

As regards mitigation of climate change, most of the mining sector progress actions are initiatives made by the private sector.

Antártica, Archivo MMA.

4.3. Other mitigation actions

In addition to the sector actions, in Chile there are other initiatives to reduce GHG, such as the Clean Production Agreements (APL), sustainable construction and urbanism and particularly, the voluntary actions performed by private companies. Within the private sector, the activities of the Mining, Cement and Steel should be highlighted, with investedments in the calculation of their emission both to respond to their companies' needs and to report to international sectorial associations. Also, energy handling and management systems have increased the companies' energy efficiency decreasing GHG emissions. On the other hand, in response to the individual characteristics of each area and to the need of reducing costs and increasing competitiveness, improvements have been incorporated to processes and raw materials have been replaced, among other mitigation initiatives.

4.4. Chile's Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMA)

According to the UNFCCC, the NAMA concept refers to any action that reduces emission related to business as usual emission by 2020. NAMAs are supported and enabled by international funds oriented to technology, financing and capacity building.

In October, 2010 the Climate Change Office (currently DCC) of the MMA started a process to raise NAMA ideas and proposals by the main emitting

sectors in Chile, for which international support is sought. With the opening of the NAMA registration prototype and then the official Convention registration (NAMA Registry), Chile has been able to materialize this task and become the first country in the world to register a NAMA with the Convention, in October, 2012.

Six sectorial NAMA are identified in Chile, with different levels of progress and information available (Table 4). Of these, five have been registered with the NAMA Registry. Some have experienced significant changes in their design, which are contained in the Chile' Second Biennial Update Report. NAMA are supplementary to sectorial mitigation actions.

4.5. Measurement, report and verification of mitigation actions

Measurement, report and verification (MRV) is a term used to describe all measures taken by the countries to collect emission, mitigation and support actions data, gather this infor-

Table 4. Chile's Nationally Appropriate Mitigation Actions (registered with the NAMA Registry)

Nombre	Descripción	Sector y Gases	Periodo	Reducción de GEI estimada	Progreso
Self-Sufficient Renewable Energies for consumption in Chile (SSREs)	Promoting the incorporation of self-sufficient renewable energies through the creation of adequate financial and technical conditions for this emerging industry first development stages	Energy CO_2	2015-2021	1,5 $MtCO_2e$.	- €15MM were granted through a NAMA Facility - The Nama Support Project (prior to implementation) is in the planning and detailed preparation stage
Green Zone for Transportation in Santiago	Composed by four specific initiatives (scalable and replicable) to promote low carbon emission transportation means: 1) Promotion of light vehicle fleets with zero and low emission; 2) More efficient buses for public transportation; 3) Promotion of non-motorized vehicles 4) Traffic management	Transportation and Infrastructure CO_2	2014-2022	1,43 $MtCO_2e$	**Component 1:** 3 electric operational Taxis. **Component 2:** 1 electric operational bus. **Component 3:** Public bycicles system implemented (18 stations); 2 new high standard cycle lanes. **Component 4:** 3 new semi-pedestrian axes implemented or under implementation; 100 surface cycle supports installed Progress of emission reduction under estimation as of July 2016
Support to the design and implementation of the National Strategy for Climate Change and Vegetal Resources (ENCCRV)	Technical and financial support for the development of studies and activities oriented to identify and reduce ENCCRV basic information weaknesses, in addition to enhancing the capacities of ENCCRV related national and regional teams	Forestry/ LULUCF		Support to the design and implementation of the National Strategy for Climate Change and Vegetal Resources (ENCCRV)	Technical and financial support for the development of studies and activities oriented to identify and reduce ENCCRV basic information weaknesses, in addition to enhancing the capacities of ENCCRV related national and regional teams
Clean Production Agreements (APL) in Chile	The purpose of APLs is implementing clean production through goals and actions in a given term. This is a standard that establishes specific goals and actions to be implemented by a productive sector, mainly based on the best techniques available in the market	Cross	2012-2020	18,4 $MtCO_2e$	- 2015: 17 agreements are signed a total 46 agreements since 2012 - Estimated accrued reduction: 2,224,083 tCO_2eq
Program for energy valuation of industrial residues (former National Program for Industrial and Commercial Catalysation of Organic Residues Management in Chile)	The purpose of this NAMA is under redesign to obtain an energy valuation program for industrial residues	Energy, Residues CO_2; CH_4	To be defined	Reduction potential under estimation	The original design of this NAMA showed implementation difficulties, hence a study is under development with international support to change the design of this NAMA purposes, focusing on the energy benefits of industrial residues treatment. This new design and the estimate of potential reductions are expected during 2016

Source: MMA

mation in reports and inventories and submit them for review or analysis (International Partnership on Mitigation and MRV, 2014).

The purpose of MRV in Chile is promoting transparence of GHG mitigation activities through mechanisms allowing the follow up of its objectives. Having MRV systems for individual actions is essential to assess effectiveness, even if Chile reports the implementation of its mitigation actions to the international community through IBAs and international communications, as requested by the UNFCCC.

Since 2011, Chile has worked on independent MRV systems that have acted as management tools for NAMAs. Apart from building capacities in this area through the international support of several projects, such as the preparation in 2014 of the document "Guidelines for a generic MRV framework for NAMAs" (MMA, 2015). It which explains how to measure, report and verify the GHG emission impacts and other semi-impacts of mitigation actions. Although developed for NAMA, it may be used for any type of action that mitigates GHG emission.

In Chile there are MRV systems for NAMAs (for example, NAMA of the forestry sector or self-sufficiency NAMA), for programs (such as voluntary production agreements or programs monitored by ACHEE), for goals (for example, energy efficiency goal monitored by the Ministry of Energy), etc. These systems are (or will be) developed in different computer platforms (Centro de Energía, 2016)

Energía eólica, Archivo MMA.

4.6. Cross supporting actions for a low carbon economy

The Low Emission Capacity Building (LECB-Chile) Project, which was started in 2012, is an initiative led by the UNDP in twenty five countries. HuellaChile Project was originated in 2013 at the DCC of the MMA and it is the official initiative of the Chilean Government for the quantification, report and management of corporate GHG emissions of organizations located in the national territory. It is also one of the first official instances promoting the active participation of the private sector in climate change mitigation.

In 2014 the Government enacted the Law on Tax Reform which includes three green taxes for the first time in Chile. The first applies to light vehicles according to their urban performance and emission of NOx.. The second applies to fixed sources, and it taxes SO_2, NOx and MP emissions to the environment. It is expected that such taxes have significant but indirect co-benefits for GHG reduction. The third green tax is a direct tax on CO_2 emission of US$5 per ton.

5. Other significant information to achieve the Convention's objectiv

Chapter 5 of 3CN approaches the country's efforts in technology, research, education and national capacities building, which show that climate change is a part of the national agenda and it is being dealt with by the Chilean society through concrete actions. The measures and activities implemented in the term 2010-2015 are mentioned, and they are related to the efforts reported in the Second National Communication. The analyzed issues, particularly relevant for the country are technological transfer in climate change; systematic observation of climate change; information related to research programs on climate change; education, formation and public sensibilization on climate change, and encouragement of national and local capacities on climate change.

Pingüinos, Archivo MMA.

5.1. Technological transfer on climate change

The main organizations involved in the coordination of technological transfer mechanisms in Chile are the National Council of Innovation for Competitiveness (CNIC), the Innovation Division of the Ministry of Economy, Encouragement and Tourism, and the National Institute of Industrial Property (INAPI). On the other hand, entities encouraging the implementation of technological transfer actions through the delivery of financing to performing entities are the National Commission for Scientific and Technological Research (CONICYT), CORFO and the Agricultural Innovation Foundation (FIA).

As a result of a permanent work on this issue headed by the CNIC, the Innovation and Competitiveness Agenda 2010-2020 was published in 2010, which highlighted climate change as an issue of national concern and as a scientific research line that should be financed as regards agriculture and fruit growing (CNIC, 2010). In December, 2015 the National Innovation Program 2014-2018 was presented, which includes a diagnosis of the innovation, research and development status and defines the roadmap for 2014-2018.

The most significant Chilean public initiatives in this area between 2010 and 2015 were prepared by the following entities.

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

CORFO, created in 1939, is the Chilean governmental entity in charge of promoting the national productive activity. It is related to the promotion of environmental technologies, in-

cluding mitigation and adaptation to climate change.

Between 2012 and 2015, a series of supporting instruments (co-financing) were made available for projects related to climate change mitigation and adaptation, which are divided into competitive development, innovation, investment and financing, entrepreneurship and technological capacities building instruments.

Since 2013, CORFO has promoted the settlement in Chile of international excellence centers devoted to research related to the country's sustainable development, to climate change mitigation and adaptation, to energy generation and access and to energy efficiency. Some of such centers are: Laborelec Chile, Center for Systems Biotechnology and Center for Solar Energy Technologies, both from Fraunhofer Chile Research, Marine Energy Research and Innovation Center (MERIC) and UC Davis Chile.

In addition, a Subsidy to Pre-Investment Studies in NCRE Program was implemented through the Center for Innovation and Encouragement of Sustainable Energies (CIFES), by which 121 studies have been granted with a total projected power of 2,232 MW. Also, CORFO has granted credits for US$ 137 million during the term 2009-2012 to perform 15 NCRE projects. It also has the Technological Consortia for Innovation program, by which it generates medium and long term scientific-technological research lines which approach sustainability issues related to fruit, wine and aquaculture, as well as the strengthening of genetic improvement programs.

Ministry of Energy

The Ministry of Energy and its related entities, such as the National Energy Commission (CNE) and the Chilean Agency for Energy Efficiency (ACHEE), have been key players in technological transfer, since technology incorporation in this sector may be a great contribution to GHG reduction. Between 2007 and 2011, with the purpose of eliminating information barriers on the availability and quality of the renewable energy resources of our country, the Ministry of Energy prepared and started up public information platforms allowing for characterization in early stages of appropriate sites for the development of NCRE projects, particularly wind energy, solar energy for self-sufficiency, non-consumptive water usage rights, marine energy and forestry bioenergy.

For example, in 2012 the Clean Technology Fund (CTF) granted the Ministry with US$ 200 million for the implementation of four great projects, with funds delivered by the Inter-American Development Bank (IDB) and the International Finance Corporation (IFC) of the World Bank, as follows:

- Solar Plant Concentration Project
- Large Scale Photovoltaic Program
- Energy Efficiency Program and Renewable Energy for Self-Sufficiency
- Geo-thermal Hazards Mitigation Program

Ministry of Public Works

The MOP Architecture Directorate (DA) has published the following documents on energy efficiency in public construction: Manual for passive design and energy efficiency in public buildings; Energy Management Manual in Public Buildings and Standardized Terms of Reference on energy

Source MMA.

efficiency and environmental comfort for design and works biddings of the Architecture Directorate, per geographic zones of the country and type of buildings.

5.2. Systematic Observation of climate variability and climate change

Systematic observation of climate and its variability is carried out in the country through the monitoring of meteorological, atmospheric, oceanographic and terrestrial relevant parameters. Observation programs carried out during the term 2010-2016 were carried out within a national and international context, that is:

5.2.1. National Programs on climate observation

The national programs on climate observation involve meteorological and oceanographic aspects related to different climate zones, and they are particularly addressed to agriculture, marine and aerial navigation and meteorology in general, that is, they are not oriented to the systematic study of climate change.

The corresponding programs involve monitoring atmospheric weather, under the responsibility of the Meteorological Directorate of Chile (DMC), the Hydrographic and Oceanographic Service of the Navy (SHOA) and the Water General Directorate (DGA), and inter-entities cooperation for the establishment of agro-meteorological networks.

Meteorological Directorate of Chile

The DMC, which reports to the General Directorate of Civil Aeronautics, is the Governmental entity in charge of atmospheric weather observation. It has a stations system that every hour monitors significant variables on temperature and atmospheric pressure, rainfall, wind direction and intensity, type and height of clouds, air visibility and relative humidity. The DMC operates 96 stations with international standards from Arica to Base Frei, in the Chilean Antarctic territory, with 60 of them transmitting in real time and on line through its web page. Also, it has 23 stations that carry out three daily observations and 71 stations that only measure the rainfall and extreme temperatures parameters. It also operates a network of five radio probes allowing monitoring the atmosphere vertical profile, with variables including temperature, pressure, humidity and wind. Thirty DMC stations are a part of the world atmosphere surveillance program of the World Meteorological Organization. DMC also has 22 UV radiation monitoring stations along the country.

Source Antarctica, MMA.

Hydrographic and Oceanographic Service of the Navy

The SHOA is another public entity which monitors significant variables for climate observation. Its main task is supplying information and technical assistance allowing safe navigation of the territorial sea, lakes, rivers, internal seas and open sea next to the Chilean coast. It permanently monitors sea level, water and air surface temperature, atmospheric pressure at a series of coastal stations located along continental, island Chile and the Antarctica Chilean territory. It also monitors the ENSO phenomenon.

Water General Directorate

Given the significance of glaciers as indicators of climate change, in 2008 the DGA created the Glaciers Unit in order to have a national glaciers program to keep an inventory, to study and to monitor glaciers along the country. In 2009 the DGA published the Glaciers National Strategy (ENG) which gradual long term implemen-

tation will allow knowing the current and future response of glaciers to global warming.

National Agro-climate Network (RAN)
This network was established in 2013 by the INIA, the Cooperative Center for Viticulture Development, the Chilean Wines Association, the Chilean Exporters Association and the Foundation for Fruit Growing Development. The RAN, which was created to ensure free access, quality, opportunity and continuation of meteorological information availability for the decision making of the farming sector, is formed by 322 automatic meteorological stations belonging to Agroclima, Agromet and Meteovid networks of the members of the RAN technical consortium, who take care of their optimal operation. The RAN is the network with the wider national coverage and the greater number of stations located at sectors of interest for agricultural decisions (Agroclimático, 2013).

5.2.2. Participation in climate observation at international level

Chile participates in different international climate observation efforts. The SHOA, the DMC, the Fisheries Development Institute and the Fishery and Aquaculture Undersecretary are a part of the South Pacific Permanent Commission, together with entities from Colombia, Ecuador and Peru. Together, they coordinate observation and research activities and they monthly prepare a Climate Alert Bulletin related to the ENSO phenomenon, which reports the sea surface temperatures and sea level. Monitoring of the specific stations is also reported to the data centers acknowledged by the Global Sea Level Observing System (GLOSS), a program coordinated by the Inter-Governmental Oceanographic Commission.

In addition, through the DMC Chile contributes with 17 monitoring stations to the Global Climate Observing System (GCOS) network of the World Meteorological Organization. It contributes with 25 surface stations and 5 radio probe stations to the World Weather Watch, also of the WMO, which is in charge of atmospheric weather observation.

Source MMA.

5.3. Climate change research programs

5.3.1. National Commission for Scientific and Technological Research (CONICYT)

CONICYT, which reports to the Ministry of Education, is oriented to two great purposes: encouraging human capital formation and strengthening the country' scientific and technologival basis. Between 2008 and 2015, through different programs it financed 640 projects somehow related to climate change: 24.1% of them is related to the Energy sector, which includes new forms of energy and NCRE; 15.2% are studies on ecosystems, living beings and their adaptation to climate change; 8.6% are studies related to hydric deficit, hydrographic basins and their response to possible changes; 7.7% on agriculture and its adaptation capacity; 7.2% on the development of new biofuels of different origins, and 5.5% on glaciers and studies carried out at the Antarctica.

57% of such projects were financed by FONDECYT; 21% by PCI; 11% by FONDEF and 11% by the programs: Regional PIA, FONDEQUIP, FONDAP and FONIS.

On the other hand, some research centers that support the study of

Table 5. Excellence Centers on climate change

Program	Research Center	Sponsoring Entity	Year of creation
Fondap	Los Andes Excellence Center on Geothermal Energy (CEGA)	University of Chile	2010
	Solar Energy Research Center (SERC-CHILE)	University of Chile	2012
	Center on Climate Change and Resilience (CR2)	University of Chile	2012
	National Research Center for Integrated Management of Natural Disasters (Cigiden)	Pontifical Catholic University of Chile	2012
	Center for Sustainable Urban Development (Cedeus)	Pontifical Catholic University of Chile	2012
	Inter-disciplinary Center for Research on Sustainable Aquaculture (Incar)	University of Concepción	2012
	Center of Hydric Resources for Agriculture and Mining (CRHIAM)	University of Concepción	2013
Regional Program	Studies Center of Fuego-Patagonia and Antarctica Quaternary (CEQUA)	Magallanes University, Chilean Antarctica Institute, Fishing Promotion Institute,	2002
	Advanced Studies Center on Arid Areas (CEAZA)	University of La Serena, Catholic Northern University, Institute of Farming Research	2003
	Patagonia Ecosystems Research Center (CIEP)	Southern University of Chile, University of Concepción, Montana University, Siena University, University of Cordoba, Institute of Farming Research,	2005
	Hydric Resources Research and Development Center (CIDERH)	Arturo Prat University, Minera Doña Inés de Collahuasi,	2009
PIA	Center on Scientific Studies (CECS)	Center on Scientific Studies (CECS)	1984
	Oceanographic Research Center for the Oriental South Pacific (COPAS)	University of Concepción (principal) and Southern University of Chile (associate)	2002
	Corporation Institute of Ecology and Biodiversity	Corporation Institute of Ecology and Biodiversity	2008
	Valparaiso Scientific Technological Center	Universidad Técnica Federico Santa María	2009
	Center for Applied Ecology and Sustainability, CAPES	Pontifical Catholic University of Chile (principal), Adolfo Ibáñez University (associate)	2013

Source: CONICYT

climate change in the country are financed by three CONICYT programs: the Financing Fund for the Research Center on priority areas (FONDAP), the Regional Program of Scientific and Technological Research and the Associative Research Program (PIA).

5.3.2. Environmental Protection Fund (FPA)

The FPA, managed by the Ministry of the Environment is the only competitive fund granted by the Chilean Government on environmental issues. It supports citizen's initiatives and entirely or partially funds projects with the purpose of protecting or repairing the environment, sustainable development, nature preservation or environmental heritage conservation. Table 6 shows some projects financed by the FPA.

Table 6. Projects related to climate change financed by the FPA

Project	Entity	Year
Forests of Andean Santiago: valuation and recovery options	School of Forestry Science and Nature Conservation, University of Chile	2012
Development of an alternative technology for stub burning by means of inoculants from anaerobic digestors	School of Agricultural Science, University of Chile	2014
Atlas of climate change at the semi-arid regime zone of Chile	School of Agricultural Science, University of Chile	2014
Determination of extreme climate indexes to visualize climate change and its possible incidence on hydric resources of the region	Research and Development Center on Hydric Resources of Arturo Prat University	2014
Nunatak-Chile, First Natural Laboratory on Glacier Pollution and Climate Change, baseline collection	Federico Santa María Technical University	2014

Source: MMA

5.3.3. The country's participation in research activities with bilateral or multilateral international entities

Between 2011 and 2015, Chilean researchers permanently participated in different networks oriented to research on environmental sustainability and climate change at a Latin American and internationla level, such as the Regional Fund for Farming Technology (Fontagro), the Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), the Inter-Governmental Panel for Climate Change (IPCC), Euroclimate and the Latin American Offices Network for Climate Change (RIOCC).

5.3.4. National research centers in areas related to climate change

The main entities are: the Chilean Antarctica Institute (INACH); the Center of Climate Science and Resilience (CR2); the Center of Global Change of Pontificia Universidad Católica (CCG-UC); Universidad de Concepción; the Center for Sustainable Urban Development (CEDEUS); the Center for Research and Innovation on Climate Change of Universidad Santo Tomás; the Center for Scientific Studies (CECS) of Valdivia; the Center for Solar Energy Research (SERC-CHILE) and the National Center for Research on the Integrated Management of Natural Disasters (CIGIDEN).

5.4. Education, formation and public sensitization on climate change

5.4.1. National Education Policy

The National Education Policy for Sustainable Development (2009) establishes the principles, objectives and strategic lines for education to promote citizens with an active participation in the construction of the country's sustainable development. Its main purpose is strengthening educative processes that install and develop values, concepts, skills, competences and attitudes among citizens at an individual and collective level, to build and enjoy a sustainable society. The main actions developed include the promotion of the existing activities on environmental education, the creation of information material and teaching support, and carrying out specific education sustainability projects focused on local players and contexts.

In this area, the National System for Environmental Certification at Education Entities (SNCAE) and the Municipal Environmental Certification System (SCAM) should be highlighted, being their purpose to promote municipalities as models of integral environmental management, with the participation of officers and neighbors. A material aspect of SCAM is that it incorporates the environmental dimension to municipal standards, and it develops concrete actions to protect the environment and GHG reduction. In 2016 the system operated in all the country's regions with certified municipalities at its three levels (SCAM, 2016).

5.4.2. General Education Law

In a joint effort, the Ministry of Education and the MMA were able to include in the General Education Law of 2009 issues related to climate change in the national program, as well as in the study programs from first to sixth elementary, and from seventh to the second compulsory year. Also, they have prepared some learning resources and dissemination material, among them "Education for sustainable development: climate change" and "How do we do to become a sustainable educative community".

Graduate and postgraduate programs are given in Chile for professionals education on climate change issues (Table 7).

Source INIA.

Table 7. Postgraduate and additional education programs

Studies Program	University
Master on Climate Change	University of Concepción
Master on Natural Resources with minor on Climate Change	Pontifical Catholic University of Chile
Master on Clean Development Mechanism and Energy Efficiency	Pontifical Catholic University of Valparaiso
Certificate on Projects Environmental Planning	Pontifical Catholic University of Chile
Certificate on Technologies to Face Abrupt Climate Change	University of Santiago, Chile
Summer International Certificate on Communication for Sustainability and Climate Culture	Christian Humanism Academy University

Source: MMA

5.4.3. Citizen's

Between 2012 and 2016 the Ministry of the Environment has carried out seven public consultation processes on strategic instruments of subjects related to climate change.

Table 8. Participation processes associated to climate change by the Ministry of the Environment

Instrument	Inicio	Cierre	N° Observaciones recibidas
Adaptation Plan to Climate Change Forestry Farming Sector	11/06/2012	30/09/2012	566
Adaptation Plan to Climate Change Biodiversity Sector	01/07/2012	30/08/2013	159
National Adaptation Plan to Climate Change	11/11/2013	23/12/2013	322
Intended National Contribution	17/12/2014	15/04/2015	> 250
Adaptation Plan to Climate Change Fishing and Aquaculture	20/04/2015	30/206/2015	100
Adaptation Plan to Climate Change Health	05/10/2015	14/12/2015	s/i
Preliminary project to the National Action Plan on Climate Change 2017-2022 (PANCC-II)	18-04-2016	04-08-2016	s/i

Source: MMA

5.4.4. Dissemination and public sensitization campaigns

The Environmental Education Magazine of the Ministry of the Environment prints 2000 issues twice a year, which are distributed at the SNCAE education entities. The Boletín Hora Sustentable is delivered to over two thousand persons, mostly academicians; both issues contain periodical information on climate change.

The MMA has also prepared several material and supporting resources. One of them is a climate change and carbon footprint video, which synthetizes climate change contents and how children may fight climate change through the carbon footprint. The MMA also created the animated series La plaza imaginaria, focused on climate change and environmental care, and the citizen's carbon footprint calculator which allows quantifying in a few minutes somebody's carbon footprint on the basis of the impact of his/her activities, consumption and habits, and later he/she receives advice on how to reduce his/her personal carbon footprint. Finally, during 2014 and 2015 the motto "If I don't change the climate will" was used to make interventions at the MMA social networks.

5.4.5. Perception of climate change

The Second National Survey on Environment was carried out at the end of 2015. Results indicate that the main environmental problem of the country, according to people's perception, is air pollution (33% of participants), followed by garbage in the streets (19%) and pollution in general (8%). On the other hand, 72% of the participants believe that taking care of the environment stimulates the economic growth of the country. Regarding climate change, 86% agrees that it shall have concrete consequences on daily life and 82% believes this is the main environmental challenge for this generation (MMA, 2015c).

5.5. Development of national and local capacities on climate change

5.5.1. National priorities for capacities building and encouragement

Capacity building on climate change building was one of the three priority axes, together with mitigation and adaptation, of the National Strategy on Climate Change of 2006.

The PANCC 2017-2022 eliminates this axis and it incorporates two: i) implementation means and ii) management of climate change at regional and district level. Three purposes are apparent in the new axes directly focusing on capacities encouragement: to support technology transfer for the implementation of climate change mitigation and adaptation measures; to build the national capacities for the management of climate change and to deliver technical assistance and developing capacities at regional and municipal governments (MMA, 2016).

Capacities may be understood within the framework of the needs, options and priorities that have promoted their creation and strengthening. In general, they have focused on improving dissemination, education and research on climate change; in improving the quality of the information available and of climate observation capacities, together with the development of institutional capacities to face mitigation and adaptation challenges; to develop and transfer technologies, reinforcing international cooperation and establishing synergies between climate change and other global environmental issues.

5.5.2. Capacities building in the private sector

The project "Strengthening global change capacities to face the challenges of climate change in Chile" is one of the initiatives in which the private sector has prevailed given its alliances with the academic community and the public sector for the study and analysis of climate change implications in the country, which in an innovative manner includes entities of the public sector (Innova-Corfo and the MMA) and of the private sector (the energy company Colbún) among its financing partners. It was implemented between 2009 and 2013, and the performing entity was CCG-UC, with the support of the Stockholm Environment Institute. Also, as a result of the joint management by Universidad de Chile School of Economics and Business, the Chilean-British Chamber of Commerce and the British Embassy, in 2009 the Center for Entrepreneurial Leaders on Climate Change (CLG-Chile) was created. The Latin American Climate Platform was also created, with the participation of 17 entities of the civil society and the entrepreneurial sector of Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Peru and Uruguay.

5.5.3. Capacities building in non-governmental entities

In 2016, a significant number of NGOs participated in Chile's national discussion on climate change in some cases supporting building and encouragement of national capacities. The most significant within this context are the Sustainable Chile Program; Fundación Terram ONG; Chile Foundation; Fundación Casa de la Paz; Adapt-Chile and Action for the Earth ONG.

5.6 Inclusion of climate change in other management instruments

Climate change has been slowly incorporating into other public policies and/or management instruments aimed to the development and planning of the country, such as: System of projects environmental assessment; Social Responsibility Policy by the companies of the Ministry of Economy; National Policy of Rural Development; Biodiversity National Strategy; Territorial Ordering Policy; Disasters Hazards Policy and Management by ONEMI.

6. Needs and support received regarding climate change

Chapter 6 of the 3CN delivers significant information regarding specific needs on climate change in Chile, including detected barriers and gaps, and the international support received either through financial resources, capacity building and technical assistance, or technology transfer.

6.1. Financing needs, gaps and barriers, capacity building and technical assistance

Chilean needs on financing, capacity and technology shown by the different areas of climate change (mitigation, adaptation, reports, inventory, international negotiation) increase the country's vulnerability, since obstacles and gaps must be constantly overcome in the preparation and implementation of climate change policies which in a developing country like Chile, compete with other national priorities such as health, education and labor.

The main gaps faced by the country are the lack of adequate institutions and a financing strategy. Currently, both issues are approached by virtue of the sectors intentions. The need to have a permanent legal framework that establishes responsibilities and competences by the players involved has been detected for the optimal development of the country on climate change issues, allowing to comply with the commitments undertaken in its INDC.

Source Quintay, MMA.

The following are the main needs, gaps and barriers as regards financial resources, capacity and technical assistance for the two main issues of Chile's INDC: adaptation and mitigation of climate change.

6.1.1. Mitigation

Identifying the needs in the mitigation area and defining the gaps and barriers that hamper the start-up of mitigation actions is particularly significant at this time, since Chile wishes to comply with its voluntary commitment to reduce GHG emissions by 2020 and to establish solid grounds for the implementation of its INDC and future updates.

Five NAMA have been recorded with the NAMA Registry which implementation seeks for support. Trainings have been performed focused on NAMA and MRV within the framework of international projects and the RETC Platform of the MMA and the HuellaChile Program are available. Nevertheless, greater financial and capacity efforts

are required to strengthen the development of sectorial mitigation actions and the measurement, reporting and verification (MRV) systems. It is a priority that all institutions developing actions with a potential to reduce GHG emission collect the adequate information in order to allow a correct follow-up. On the other hand, it is necessary to build local capacities on mitigation issues, to strengthen management by the local governments and municipalities, and to increase their capacity to implement NAMA and other mitigation measures.

6.1.2. Adaptation

Thanks to the permanent line of work at the MMA on adaptation issues, it was possible to prepare and approve the National Adaptation Plan in 2014, and the sectorial specific plans on Forestry and Farming (2013), Biodiversity (2014) and Fishing and Aquaculture (2015). Other six sectorial adaptation plans are in different development stages and they will be focused on the Health (2016), Infrastructure (2017), Cities (2017), Hydric Resources (2018), Energy (2018) and Tourism (2018) sectors. The preparation of these policies has been possible thanks to the active participation by the sectorial ministries which have led their adaptation processes and the joint effort to identify vulnerabilities and the development of lines of action to face the impacts of climate change, everything coordinated by the MMA.

Financing has been sought for pilot projects based on the approved sectorial plans. The project "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the O'Higgins Chilean Region" is under development, approved by the Adaptation Fund which will allow for implementation of a series of measures from the Forestry and Farming Plan at the dry land areas at the center of the country. Other two projects, financed with international contributions will allow implementing actions in the Biodiversity, and Fishing and Aquaculture sectors, the "Biodiversity National Monitoring Network" (CTCN) and "Strengthening the adaptive capacity to climate change in the fisheries and aquaculture sector of Chile (GEF)", respectively. It is necessary to ensure financing for adaptation actions of the approved and of future plans, and to increase capacities, particularly at regional governments and municipalities for the implementation of adaptation actions in the territory. Also, it is necessary to improve institutions coordination at a national, regional and local level.

Rapel, Jorge Herreros.

6.2. International support to climate action

This section summarizes the climate change initiatives for which Chile, as a developing country, has received international support. The information is classified according to the type of support received as financial resources, capacity building and technical assistance, and technology transfer.

Most of financial resources received during the term 2011-2016 correspond to resources classified as Development Assistance (ODA). This source of international cooperation has played a material role in the climate agenda in Chile. Nevertheless, given the current level of Gross Domestic Product per capita of the country, it is expected that Chile stops being beneficiary of ODA resources as from 2017.

6.2.1. Financial Resources

Financial Resources managed through the public sector

During the reporting term (January 1, 2011 to July 30, 2016), the donor countries and institutions have approved US$ 29,731,460 to carry out activities of Chile's climate agenda (Table 9).

The following are among the projects carried out with financial international support for the strengthening of climate action and policy: Mitigation Options to Face Climate Change (MAPS Chile) 2011-2015; Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile) 2012-2016 and Partnership for Market Readiness (PMR) 2011-2017.

Financial Resources channelled to projects of the private sector

This category considers financial support from entities of development banks and institutions and funds focused on financing actions for climate change mitigation and the transition to a low carbon emission economy. The projects included in this section are not necessarily sponsored by the Chilean Government, since this is a requirement depending on the standards of each financing source.

Table 10 shows a summary of the financial flows for the projects considered, which amount to a total value of US$ 832,201,250.

Table 9. Financial Resources managed through the public sector

Type of supporter	Financial Resources (US$)	Area					Sectors
		R	M	I	A	N	
Bilateral/countries	4,811,582						
United Kingdom	2,317,802						Cross | Energy | Transportation
Swiss Confederation	1,800,000						Forestry
Australia Commonwealth	166,000						Energy
Canada	323,000						Cross
Mexico	204,780						Biodiversity Hydric Resources
Funds and Multilateral Entities	17,421,772						
Global Environmental Facility (GEF)	7,261,772						Cross | Energy | Forestry | Fishing and aquaculture
CMNUCC	250,000						Biodiversity
Adaptation Fund	1,900,000						Forestry and farming
UN REDD	560,000						Forestry
World Bank	7,450,000						Energy | financial securities
International Financial Entities	2,750,663						
Inter-American Development Bank	2,179,663						Transportation | Forestry
KFW	571,000						Energy
Other multilateral contributions	4,747,443						
NAMA Facility	19,800						Energy
Federal Republic of Germany | Australia Commonwealth | European Commission	1,584,000						Cross
The Children's Invest Fund Foundation | Climate and Development Alliance | Swiss Confederation | Kingdom of Denmark	1,853,265						Cross
Swiss Confederation | The Children's Invest Fund Foundation	1,290,378						Cross
Total	**$ 29,731,460**						

R: Report; M: Mitigation; I: INGEI; A: Adaptation; N: International negotiation
Source: Climate Change Department of the MMA

TABLE 10. Financial Resources –channeled to the private sector – including concessional/ non concessional

Type of donor / offerer	Financial Resources (US$)	Area					Sectors
		R	M	I	A	N	
Funds and multilateral entities							
Green Climate Fund	49,000,000						Energy
Clean Technology Fund	117,000,000						Energy
International Financial Entities							
Inter-American Development Bank (IDB)	324,400,000						Energy
International Finance Corporation (World Bank)	341,801,250						Energy
Total	**$ 832,201,250**						

R: Report; M: Mitigation; I: INGEI; A: Adaptation; N: International Negotiation
Source: Climate Change Department of the MMA

6.2.2. Capacities and technical assistance building

The main international initiatives focused on capacities building with a permanent participation in Chile between 2011 and 2016 are Information Matters; Euroclima; the Regional Platform for Latin America and the Caribbean (LEDS LAC); the Latin American Office for Climate Change (LARIOCC); Global Research Alliance (GRA); International Partnership on Mitigation and MRV; Mitigation Action Implementation Network (MAIN); The Mitigation Momentum Project and Cartagena Dialogue for Progressive Action.

6.2.3. Technology transfer

The main activities carried out thanks to the support received by the country in the technology transfer are between 2011-2016 are the Go-generation Encouragement Program, the use of solar energy for electricity and heat generation, the promotion of solar energy (focus on CSP), acquisition of equipment to measure GHG, high precision phenotype characterization of wheat (genetic improvement to achieve drought-tolerant grown species) and the challenge of achieving potato and wheat varieties tolerant to climate change.

6.3. National support for climate action

It is worth highlighting that although the country has received significant financial contributions, as well as different types of support, during the last year its own funds have been devoted to financing actions to locally face climate change, and in compliance with Chile's INDC commitment, the Chilean Government is making efforts to develop a climate financing strategy.

During the term 2015-2016, the MMA, together with the Ministry of Finance and with the support of the LECB-Chile Project has implemented the "Climate Expenditure" project. A pilot is being applied with a methodology called Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR) for its assessment. The 2015 pilot performance has allowed the identification of current conditions of access, availability and consistence of the information required, apart from the strengths and shortcomings of CPEIR methodology to obtain a robust figure on climate change expenditure.

The objective information currently available corresponds to the resources aimed to climate initiative projects developed in Chile through the Chilean International Cooperation Agency (AGCI). The total amount for the term 2011-2016 is US$ 20,370,000.

Bibliography

AGRIMED, 2008. Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático. Universidad de Chile, CONAMA, Santiago. 126 pp.

AGRIMED, 2014: Atlas del Cambio Climático en las Zonas de Régimen Árido y Semiárido.

Albrecht, F., & Shaffer, G. (2016). Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century. Journal of Coastal Research.

Agroclimático (2013). "Inauguración de la Red Agroclimática Nacional RAN". Recuperado de http://agroclimatico.minagri.gob.cl/2013/08/27/puesta-en-marcha-de-la-red-agroclimatica-nacional.

Albrecht, F., y Shaffer, G. (2016). "Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century". Journal of Coastal Research. Doi: http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00192.1.

Aldunce, P., Bello, F., Bórquez, R., Farah, M. L., Echeverría, I., Indvik, K., y otros (2015). "Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2008-2016". Ministerio del Medio Ambiente, Licitación N° 608897-101-LE14.

Bakun, Andrew, and Kenneth Broad. "Environmental 'loopholes' and fish population dynamics: comparative pattern recognition with focus on El Nino effects in the Pacific." Fisheries Oceanography 12.4-5 (2003): 458-473.

Bambach, N., Meza, F. J., Gilabert, H., y Miranda, M. (2013). "Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem". Regional Environmental Change, 13(6), pp. 1245-1257.

Boisier, J. P., Rondanelli, R., Garreaud, R. D., y Muñoz, F. (2016). "Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile". Geophysical Research Letters, 43(1), pp. 413-421. Doi: 10.1002/2015GL067265.

Bown, F., Rivera, A., y Acuña, C. (2008). "Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes". Annals of Glaciology, 48(1), pp. 43-48. Doi: 10.3189/172756408784700572.

Casassa, G., Espizua, L. E., Francou, B., Ribstein, P., Ames, A., y Alean, J. (1998). "Glaciers in South America". En W. Haeberli, M. Hoelzle y S. Suter (eds.). Into the second century of worldwide glacier monitoring: PROSPECTS and strategies. París: United Nations Publications, pp. 125-146.

Caviedes, C., y Waylen, P. R. (1998). "Respuestas del clima de América del Sur a las fases de ENSO". Bulletin de l'Institut français d'études andines, 27(3).

Centro de Agricultura y Medio Ambiente (Agrimed) (2014). Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido.

--- (2008). "Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Conama. Recuperado de www.sinia.cl/1292/articles-46115_capituloIV_informefinal.pdf.

Centro de Cambio Global UC (CCG-UC) (2012). "Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP". Informe final para el Ministerio de Obras Públicas de Chile. Recuperado de http://cambioglobal.uc.cl/en/component/docman/cat_view/6-proyectos.html.

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.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) e Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (2011). Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Cepal.

--- (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Reseña 2009. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2975/lcl3140.pdf?sequence=1.

CNIC, Agenda de innovación y competitividad 2010-2020. Disponible en línea: http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2015/04/Agenda-Innovaci%C3%B3n-2010-20201.pdf, consultado 30 de Septiembre del 2016

Contreras-López, M., Winckler, P., y Molina, M. (2012). "Implicancias de la variación del nivel medio del mar por cambio climático en obras de ingeniería costera de Chile". Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 124(2), pp. 53-66.

Cortés, G., Vargas, X., y McPhee, J. (2011). "Climatic sensitivity of streamflow timing in the extratropical western Andes Cordillera". Journal of Hydrology, 405(1-2), pp. 93-109. Doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.05.013.

Daneri, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P., y Ulloa, O. (2000). "Primary production and community respiration in the Humboldt Current System of Chile and associated oceanic areas". Marine Ecology Progress Series, 197, pp. 41-49.

Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (Direcon) (2015). "Informe anual. Comercio Exterior de Chile 2014/15". Recuperado de /www.direcon.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe-anual-de-Comercio-Exterior-de-Chile-2014-2015.pdf.

Fossing, H., Gallardo, V.A., Jørgensen, B.B., Huettel, M., Nielsen, L. P., Schultz, H., y otros (1995). "Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium Thioploca". Nature 374, pp. 713-715.

Garreaud, R., Aldunce, P., Araya, G., Blanco, G., Boisier, J. P., Bozkurt, D. y otros (2015). "La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro". Informe técnico del Centro del Clima y la Resiliencia (CR2). Recuperado de www.cr2.cl/megasequia.

Guisan, A., y Zimmermann, N. E. (2000). "Predictive habitat distribution models in ecology". Ecological Modeling, 135, pp. 147-186.

GreenLab UC (2012). "Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector Salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación". Estudio solicitado por la Subsecretaría de Medio Ambiente. Recuperado de www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2013/11/2012-IISCC-InformeFinal.pdf.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2014). "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability". Recuperado de www.ipcc.ch/report/ar5/wg2.

--- (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. Recuperado de www.ipcc.ch/report/ar5/wg1.

International Partnership on Mitigation and MRV. (julio de 2014). International Partnership on Mitigation and MRV. Obtenido de http://mitigationpartnership.net/

Larkin, N. K., y Harrison, D. E. (2002). "ENSO warm (El Niño) and cold (La Niña) event life cycles: Ocean surface anomaly patterns, their symmetries, asymmetries, and implications". Journal of Climate, 15(10), pp. 1118-1140.

Luebert, F., y Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago: Universitaria.

Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J. P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E. G. Poveda y otros (2014). "Central and South America". Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Cambridge University Press, pp. 1499-1566.

Marquet, P., Abades, S., Armesto, J., Arroyo, M. T. K., Barría, I., Cavieres, L., y otros (2010). "Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Ministerio de Medio Ambiente.

Masiokas, M. H., Christie, D. A., Le Quesne, C., Pitte, P., Ruiz, L., Villalba, R., y otros (2016). "Reconstructing the annual mass balance of the Echaurren Norte glacier (Central Andes, 33.5° S) using local and regional hydroclimatic data". The Cryosphere, 10(2), pp. 927-940.

Masiokas, M. H., Rivera, A., Espizua, L. E., Villalba, R., Delgado, S., y Aravena, J. C. (2009). "Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years". Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 281(3), pp. 242-268.

Masiokas, M. H., Villalba, R., Luckman, B. H., Lascano, M. E., Delgado, S., y Stepanek, P. (2008). "20th-century glacier recession and regional hydroclimatic changes in northwestern Patagonia". Global and Planetary Change, 60(1), pp. 85-100.

McPhee, J., Cortés, G., Rojas, M., García, L., Descalzi, A., y Vargas, L. (2014). "Downscaling Climate Changes for Santiago: What Effects can be Expected?". En K. Krellenberg y B. Hansjürgens (eds.). Climate Adaptation Santiago. Berlín y Heidelberg: Springer, pp. 19-41.

Mernild, S. H., Beckerman, A. P., Yde, J. C., Hanna, E., Malmros, J. K., Wilson, R., y Zemp, M. (2015). "Mass loss and imbalance of glaciers along the Andes Cordillera to the sub-Antarctic islands". Global and Planetary Change, 133, pp. 109-119

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) (2016). N. Romero: Identificación preliminar de eventos climáticos relevantes para el sector ciudades Proyecto (en el marco del Proyecto PNUD, N° 90.298 "Implementación de la Política Nacional de Desarrollo Urbano").

Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (2016a). "Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022)". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico-2017-2022-pancc-ii.

--- (2016b). "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (años 1980-2010) y proyección al año 2050". Recuperado de www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/environment_energy/elaboracion-de-una-base-digital-del-clima-comunal-de-chile--line.html.

--- (2016c). "Reporte: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático". Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC).

--- (2015). "Directrices para un marco genérico de MVR de NAMAS en Chile". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf.

--- (2015a). "Plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-pesca-y-acuicultura.

---(2015b). "Ministro Pablo Badenier lanza Academia de Formación Ambiental 'Adriana Hoffmann'". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/ministro-pablo-badenier-lanza-academia-de-formacion-ambiental-adriana-hoffmann.

---(2015c). Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/segunda-encuesta-nacional-de-medio-ambiente.

--- (2014). "Adaptación urbana al cambio climático. Propuesta para la adaptación urbana al cambio climático en capitales regionales de Chile". Adapt-Chile, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y Centro de Cambio Global UC (CCG-UC).

--- (2014a). "Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad". Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_Plan_Adaptacion_CC_Biodiversidad_Final.pdf.

--- (2014b). "Plan nacional de adaptación al cambio climático". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf.

--- (2013). "Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario". Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_InstrumentoFinalCC_Silvoagropecuario.pdf.

Ministerio de Salud (Minsal). (2015). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud. Borrador para consulta pública. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-para-salud. Gobierno de Chile.

OCDE y Cepal (2016). "Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016". Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413_es.pdf.

Pellicciotti, F., Ragettli, S., Carenzo, M., y McPhee, J. (2014). "Changes of glaciers in the Andes of Chile and priorities for future work". Science of The Total Environment, 493, pp. 1197-1210. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.055.

Rivera, A., Bown, F., Casassa, G., Acuña, C., y Clavero, J. (2006). "Glacier shrinkage and negative mass balance in the Chilean Lake District (40° S)". Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117757/Rivera_A.pdf?sequence=1.

Rivera, A., Acuña, C., Casassa, G., y Bown, F. (2002). "Use of remotely sensed and field data to estimate the contribution of Chilean glaciers to eustatic sea-level rise". Annals of Glaciology, 34, pp. 367-372.

Rojas, M. (2012). "Estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Informe para Opciones de Mitigación para enfrentar el Cambio Climático, MAPS Chile".

Rubio-Álvarez, E., y McPhee, J. (2010). "Patterns of spatial and temporal variability in streamflow records in south central Chile in the period 1952-2003". Water Resources Research, 46(5), W05514. Doi: 10.1029/2009WR007982.

Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., y Pliscoff, P. (2013). "Plan de acción para la protección de la conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático". Agrimed, Universidad de Chile.

Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) (2014). Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/1_Estrategia-Nacional-de-Turismo-2012-2020.pdf.

Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) (2016). "¿Qué es SCAM?". Recuperado de http://educacion.mma.gob.cl/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal.

TECO Group y CCG-UC (2015). Tercer informe del estudio "Base para la planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro. Ministerio de Energía". Licitación N° 584105-11-LP14. Recuperado de http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/informe_final_primera_etapa_estudio_cuencas.pdf.

Vuille, M., Franquist, E., Garreaud, R., Lavado Casimiro, W. S., y Cáceres, B. (2015). "Impact of the global warming hiatus on Andean temperature". Journal of Geophysical Research Atmosferes, 120 (9), pp. 3745-3757. Doi: 10.1002/2015JD023126.

Yáñez, E., Barbieri, M. A., Plaza, F., y Silva, C. (2014). "Climate change and fisheries in Chile". Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change. Dordrecht: Springer, pp. 259-270.

Archivo, CONAF.

1

Circunstancias nacionales

1. Perfil geográfico y desarrollo 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 755.915 km² correspondientes a América del Sur, 1.250.000 km² a la Antártica y 181 km² a Oceanía, según las cartografías realizadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) en 2005. 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 superior a los 8.000 km.

ElMorado,MMA.

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 (MINDEFENSA, 2010).

El territorio marítimo consta de las siguientes unidades:

- Mar territorial (MT), de 12 millas náuticas[1] (MN) de extensión medidas desde las líneas de base, donde se ejerce soberanía plena que se extiende al espacio aéreo, así como al lecho y al subsuelo de ese mar. En él, todos los Estados, con o sin litoral, gozan del derecho de paso inocente rápido e ininterrumpido cuyo alcance está definido en el Derecho del Mar de las Naciones Unidas.

- Zona contigua (ZC), de 12 MN de extensión, que se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta 24 MN contadas desde las líneas de base, donde se ejercen medidas de fiscalización para prevenir y 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 en cuanto 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.

Archivo MMA.

El territorio marítimo también incluye el mar perteneciente a las islas oceánicas, que poseen mar territorial, zona contigua y ZEE, según los criterios de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. En la zona austral, el territorio marítimo incluye 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) –específicamente en el espacio comprendido entre el Cabo de Hornos y el punto más oriental de la Isla de los Estados–, según el Tratado de Paz y Amistad entre Chile y Argentina de 1984, los efectos jurídicos del mar territorial quedan limitados en sus relaciones mutuas, a una franja de tres MN medidas desde sus respectivas líneas de base.

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 (15), 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).

1 1 MN= 1,852 km².

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.

La pesca y el turismo en una área protegida MMA.

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

Región administrativa	Superficie (km²)
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 Biobío	37.068,7
Región de La Araucanía	31.842,3
Región de Los Ríos	18.429,5
Región de Los Lagos	48.583,6
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	108.494,4
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena[1]	132.291,1
País[2]	**756.096,3**

1 Solo el territorio sudamericano; excluye el antártico.
2 Territorio sudamericano y oceánico.

Fuente: Datos del IGM, tomados de INE (2015a)

Figura 1-1. Mapa de Chile tricontinental

Fuente: DIFROL

1.2. Características 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 y la estepa magallánica, no tienen la misma expresión territorial aunque pueden ser local o regionalmente relevantes.

Baños Morales, Karina Bahamonde.

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, donde toma el nombre de Antartandes. Las cumbres más altas son el nevado Ojos del Salado (6.879 msnm), el cerro Tres Cruces (6.749 msnm), el volcán 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).

- **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: IGM

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 (CORFO, 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.

PN Salar Huasco CONAF, Jorge Herreros.

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, con grandes elevaciones andinas a relativamente poca distancia del mar. En un perfil este-oeste y en distancias de 150 km, inciden climas muy diversos que van desde el polar de altura hasta el litoral, pasando por el continental en la precordillera. En términos generales, el clima del territorio chileno sudamericano es templado, con algunas variaciones esenciales que se producen fundamentalmente por la latitud y la altitud, y que dan origen a los sistemas climáticos desértico, tropical, mediterráneo, templado y polar (Santibáñez, Roa y Santibáñez, en prensa).

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.
- **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

Plaza Agua, MMA.

bajas. Además, los episodios de ENSO, 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, Rosenbluth y Aceituno, 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.

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 (2006), Chile posee cuatro zonas macrobioclimáticas (Figura 1-3), que se describen a continuación.

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.

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

Fuerte Niebla Valdivia XIV Región, Cristián Afjeld.

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.

Macrobioclima templado

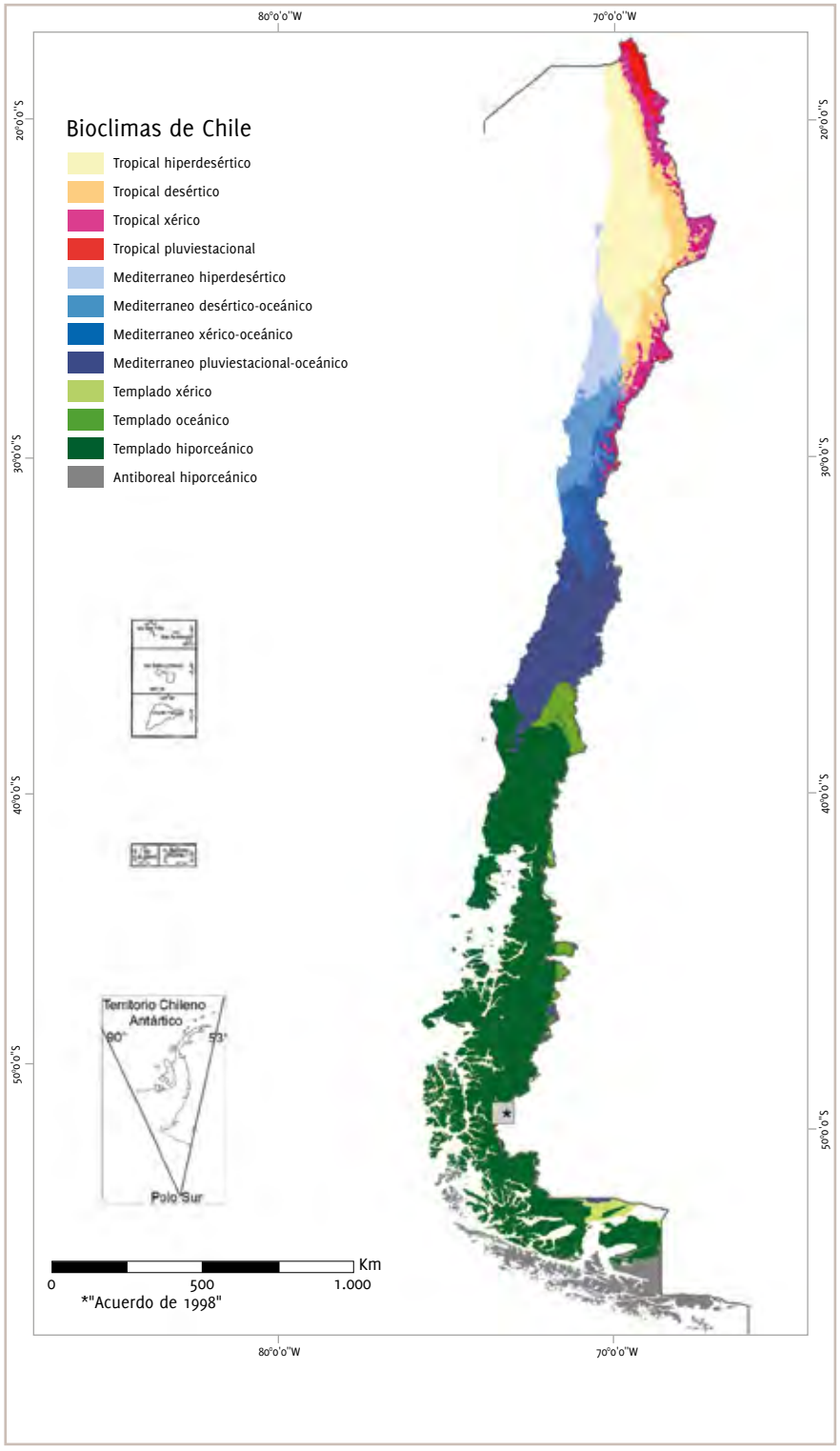
Se caracteriza por la ausencia de un período estival con un déficit hídrico de, al menos, dos meses consecutivos. Este macrobioclima, que es el que cubre una mayor superficie en el país, se extiende desde el límite sur de la zona mediterránea (39° LS) hasta el extremo meridional del país (56° LS), excluyendo 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.

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. Macrobioclimas de Chile



Fuente: Luebert y Pliscoff (2006)

Archivo MMA.

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 la Tabla 1-2, la mayor parte del territorio corresponde a áreas sin vegetación (32,5%), praderas y matorrales naturales (27,1%) y bosques nativos (18,9%); si bien las áreas urbanas e industriales ocupan solo el 0,5% 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 2014

Usos de la tierra	Superficie (km^2)	Porcentaje
Áreas urbanas e industriales	3.554	0,47
Terrenos agrícolas	33.268	4,40
Praderas y matorrales	204.978	27,11
Bosques nativos	143.053	18,92
Plantaciones forestales y bosques mixtos	31.983	4,23
Humedales	35.915	4,75
Áreas desprovistas de vegetación	245.429	32,46
Nieves y glaciares	41.585	5,50
Cuerpos de agua	13.459	1,78
Áreas no reconocidas	2.798	0,37

Fuente: CONAF (2016)

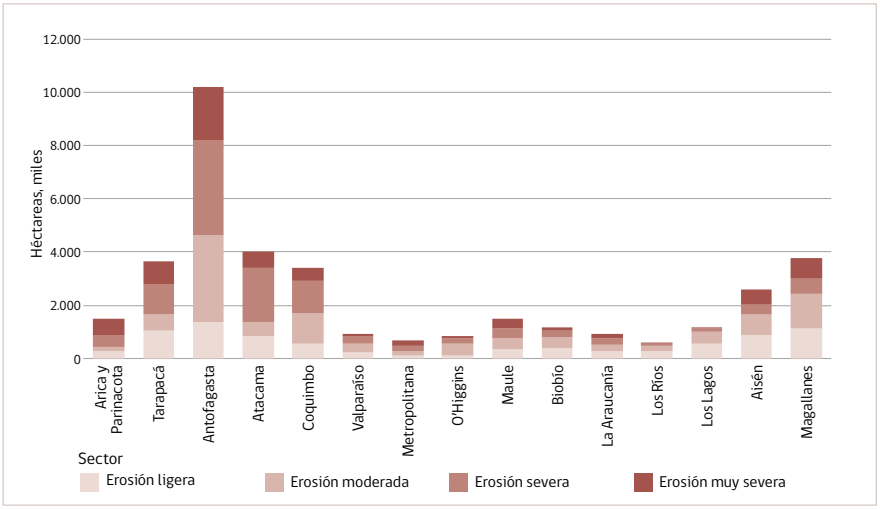
1.4. Erosión en Chile

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 las Figuras 1-4 y 1-5 se entrega información de la magnitud del proceso erosivo por cada región administrativa.

Considerando los suelos con algún grado de erosión, la Figura 1-5 muestra que las regiones con la mayor proporción de suelos erosionados severa y muy severamente fueron Arica y Parinacota (71,1%), Atacama (66,1%), Antofagasta (54,9%) y Tarapacá (54,7%); otras regiones con alta proporción de suelos severa y muy severamente erosionados fueron la Metropolitana (58,9%), Coquimbo (49,9%), Maule (48,3%) y La Araucanía (42,8%). 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.

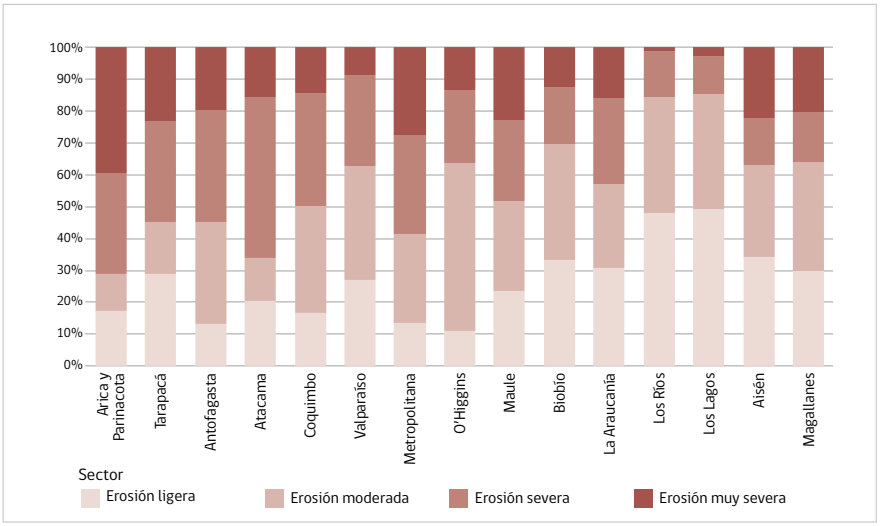
Andacollo, MMA.

Figura 1-4. Extensión (miles ha) del proceso erosivo en Chile, por región administrativa



Fuente: elaborada con datos de CIREN (2010)

Figura 1-5. Incidencia porcentual de la erosión de suelos en Chile, por región administrativa



Fuente: elaborada con datos de CIREN (2010)

PN Lauca CONAF, Jorge Herreros.

1.5. Protección de áreas silvestres

1.5.1. Protección in-situ

Chile posee una larga tradición de protección de áreas naturales para salvaguardar su patrimonio natural y cultural. Las primeras áreas protegidas datan de principios del siglo XX y son contemporáneas con las primeras áreas protegidas en el mundo. Desde esos años, 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 60,23 millones de hectáreas, de las cuales el 74,9% corresponde a áreas marinas y el 25,1% a áreas terrestres, con un total de 170 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.

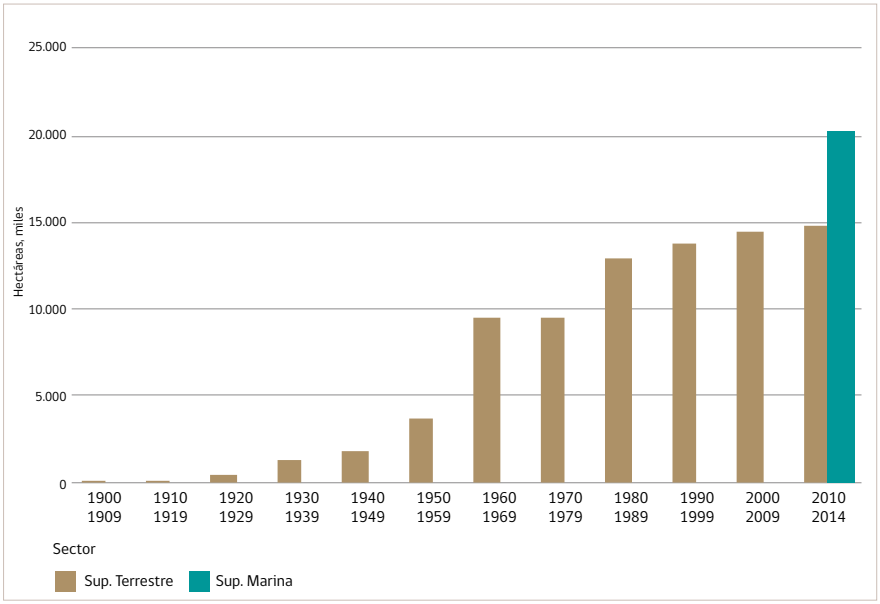
Tabla 1-3. Superficie protegida en Chile según categoría de área protegida

Categoría de área protegida	N° de unidades	Superficie (miles Hha)
Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU)	9	98,48
Parques Marinos (PM)[3]	3	45.005,06
Reservas Marinas (RM)	5	7,81
Subtotal áreas marinas	23	45.111,35
Monumentos Naturales (MNt)	16	34,43
Parques Nacionales (PN)	36	9.181,76
Reservas Forestales (RF)	23	4.663,04
Reservas Nacionales (RN)	26	751,30
Subtotal SNASPE*	101	14.630,53
Santuarios de la Naturaleza	46	485,43
Subtotal áreas terrestres	147	15.115,97
Totales	**170**	**60.221,32**

** Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado*

Fuente: MMA (2016c)

Figura 1-6. Evolución histórica de las áreas protegidas de Chile



Fuente: elaborada con datos de CIREN (2010)

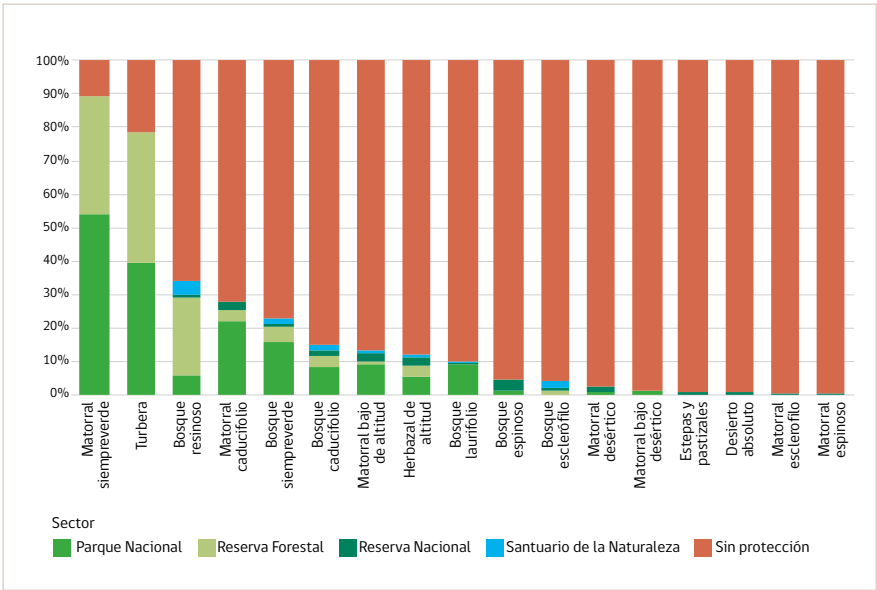
[3] El 24 de agosto de 2016, Chile concretó la creación del parque marino "Nazca-Desventuradas", alrededor de las islas San Félix y San Ambrosio, a 892 km de la costa chilena y a la altura de Caldera (Región de Atacama). Con una superficie de 300.035 km², protege un ecosistema integrado en un 90% por especies endémicas.

La protección de los ecosistemas terrestres no es homogénea. En la Figura 1-7, se observa que hay ecosistemas terrestres bien representados en las áreas de protección, como los matorrales siempreverdes, las turberas y los bosques resinosos, mientras que otros, como los matorrales espinosos y esclerófilos, el desierto absoluto y las estepas y pastizales, prácticamente no están representados en las áreas silvestres protegidas.

Para el ámbito terrestre, quedan importantes vacíos de representatividad para muchos ecosistemas terrestres. Mientras el 12% de los ecosistemas terrestres no está incluido en ninguna categoría de área protegida, el 24% de los ecosistemas posee menos del 1% de su superficie bajo algún sistema de 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 los ambientes marinos y costeros, los desequilibrios son aún más marcados. Chile ha puesto bajo protección oficial alrededor del 4,3% de su territorio marítimo; sin embargo, el 99% de dicha superficie protegida corresponde a una sola área: el Parque Marino Motu Motiro Hiva, con 15 millones de hectáreas, que protege la provincia biorregional de Isla de Pascua.[4] Entre los ambientes marinos que aún no cuentan con medidas de conservación están los cañones submarinos y las planicies, los ambientes pelágicos y los demersales; asimismo, existen vacíos de conservación en la zona norte, en la zona central, en los fiordos y canales, y en las islas oceánicas.

Figura 1-7. Representatividad de ecosistemas terrestres en los sistemas de protección de áreas silvestres en Chile, al año 2015



Fuente: Elaborado con datos de MMA (2015)

Otros instrumentos e iniciativas de conservación *in situ* son las designaciones internacionales de protección, entre las que destacan las diez Reservas de la Biósfera del "Programa sobre el Hombre y la Biósfera" de la UNESCO, los trece sitios de la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (el Convenio de Ramsar) (Ramsar, 2016), que cubren 361.761 ha, y los seis sitios de Patrimonio Mundial, también vinculados a la UNESCO (CMN, 2016; MMA, 2016c). Todas estas designaciones se basan en tratados internacionales suscritos por Chile. Existen otros instrumentos de protección complementarios a los objetivos de las áreas protegidas, que no son áreas protegidas oficiales y que incluyen zonas de amortiguación, paisajes de conservación, corredores biológicos o sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad.

En las últimas dos décadas, y de manera más bien espontánea, el sector privado se ha ido incorporando a la conservación y protección de la biodiversidad, con acciones que se han expresado en el establecimiento de Iniciativas de Conservación Privada (ICP), que complementan los esfuerzos públicos para conservar el patrimonio natural del país. Las ICP constituyen una herramienta estratégica para la conservación de la biodiversidad a largo plazo, que cubre los vacíos de protección de ecosistemas, especies, singularidades y funciones ecológicas o que favorece la conectividad territorial y biológica en

4 Hoy día, con la creación del Parque Marino Nazca Desventuradas (24.08.2016), la superficie marina protegida abarca un poco más del 12% del territorio marítimo.

áreas protegidas ya existentes. Si bien la categoría de "área protegida privada" se encuentra reconocida en la legislación nacional (Ley 19.300, art. 35), con excepción de aquellas declaradas bajo la categoría de Santuario de la Naturaleza, no existe un mecanismo legal que dé un reconocimiento oficial del Estado a aquellas ICP que cumplan con los requisitos para postular a alguna categoría de área protegida y que lo soliciten de manera voluntaria. En la actualidad se identifican 246 ICP, que alcanzan 1,66 millones de hectáreas. Lo mismo que con el sistema oficial de áreas protegidas, las ICP están concentradas en las zonas sur y austral (40,1% y 28,6%, respectivamente), y no existen aún en la zona del norte grande.

1.5.2. Preservación ex-situ

Los recursos genéticos (RRGG) son un patrimonio invaluable para la humanidad, transformándose en la actualidad en un elemento estratégico a nivel mundial y para Chile en particular. Consciente de esta importancia, en 1995 el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) designó al Instituto de Investigaciones Agropecuarias como "curador de los recursos fitogenéticos" en el país.

En dicho contexto, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) cuenta hoy con una Red de Bancos de Germoplasma integrada por 5 bancos activos y uno base donde se conservan alrededor de 60.000 accesiones de vegetales y 1.750 de microorganismos. De la colección vegetal, aproximadamente el 97% corresponden a especies cultivadas y el 3% a especies nativas.

Chile cuenta con alrededor de 5.000 especies de plantas nativas, de las cuales, el 25% se encuentra resguardada en el banco base, emplazado en la localidad de Vicuña (Región de Coquimbo). Por otro lado, la colección chilena de RRGG microbianos de INIA juega un rol fundamental en el desarrollo de tecnologías asociadas a este recurso, ya que posee una colección que se ha venido conformando desde hace más de 15 años, principalmente de uso agrícola, cuya valoración y uso tienen un impacto potencial incalculable en el desarrollo de innovaciones. Es importante mencionar que el Banco Microbiano posee además el estatus de Autoridad Internacional de Depósito (IDA), concedido por la Organización Internacional de la Propiedad Intelectual (OMPI).

Visita Iquique Huayca, MMA.

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 y se proyecta que disminuirá aún más hacia el 2050. En 2012, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2012) realizó el Censo de Población decadal correspondiente, pero sus resultados no fueron validados por problemas metodológicos, lo que llevó a las autoridades a tomar la decisión de repetir el proceso —en forma abreviada— el año 2017. No obstante, el INE ha generado estimaciones de población sobre la base de la natalidad, mortalidad e inmigración (Tabla 1-4).

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

Año	Tipo de dato	N° de habitantes	% de cambio (respecto de 2002)
2002	censo	15.668.271	-
2005	estimación	16.165.316	3,17
2010	estimación	17.066.142	8,92
2015	estimación	18.006.407	14,92
2016	estimación	18.191.884	16,11
2020	estimación	18.896.684	20,60

Fuente: INE (2012)

Según el INE (2012), al año 2016 el 49,5% de la población habría sido masculina y el 50,5% femenina; para el año 2020, el país tendría una población de 18,9 millones de personas, manteniéndose no solo la proporción entre hombres y mujeres sino que también la tendencia a la estabilización (Figura 1-8).

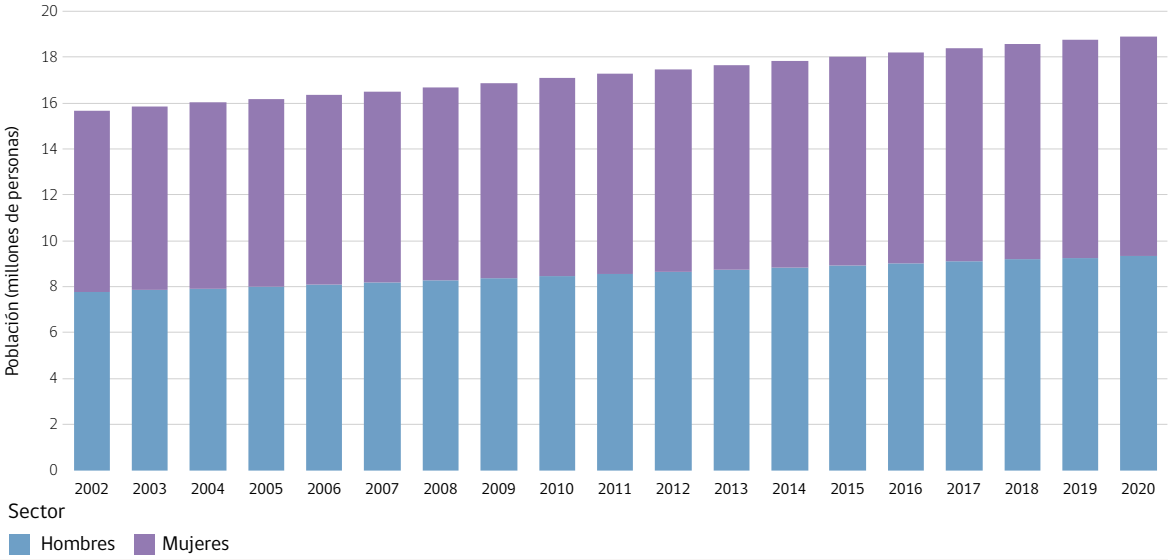
La población no se distribuye homogéneamente sino que está fuertemente concentrada en la Región Metropolitana: al 2016, alcanzó una densidad de 480,4 hab/km², largamente la mayor del país y muy por encima del promedio nacional que fue de 24,1 hab/km²; puede verse en la Tabla 1-5 que, entre las regiones de Valparaíso y de La Araucanía se concentra el 78,9% de la población. Al año 2015, el 12,7% de la población fue rural (INE, 2015a.)

Tabla 1-5. Densidad poblacional y población por región administrativa estimada para el año 2016

Región administrativa	Población (miles hab)	Densidad (hab/km²)
Región de Arica y Parinacota	243,15	14,41
Región de Tarapacá	344,76	8,16
Región de Antofagasta	631,88	5,01
Región de Atacama	316,69	4,21
Región de Coquimbo	782,80	19,29
Región de Valparaíso	1.842,88	112,40
Región Metropolitana	7.399,04	480,36
Región de O'Higgins	926,83	56,56
Región del Maule	1.050,32	34,67
Región del Biobío	2.127,90	57,40
Región de La Araucanía	995,97	31,28
Región de Los Ríos	407,30	22,10
Región de Los Lagos	847,50	17,44
Región de Aisén	109,32	1,01
Región de Magallanes*	165,55	1,25
País**	**18.191,88**	**24,06**

** Incluye solo el territorio sudamericano*
*** Incluye los territorios sudamericano y oceánico*
Fuente: Elaborado con datos de INE (2012)

Figura 1-8. Población de Chile desagregada por sexo, según estimaciones del INE, con base en el Censo de Población 2002



Fuente: elaborada con datos de INE (2012)

De acuerdo con la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, la encuesta Casen 2013[5] (MIDESO, 2013b), en Chile se reconocen nueve etnias indígenas (ver Figura 1-9), las que sumaron 1.565.915 personas (como residentes en casas particulares). Las mayores poblaciones corresponden a las etnias mapuche (84,4% del total indígena) y aimara (7,7% del total indígena). Algunas otras etnias tienen una escasa representación poblacional, como la rapa nui,[6] la kawashkar o alacalufe, y la yagán, las que sumadas no superan las siete mil personas. 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.

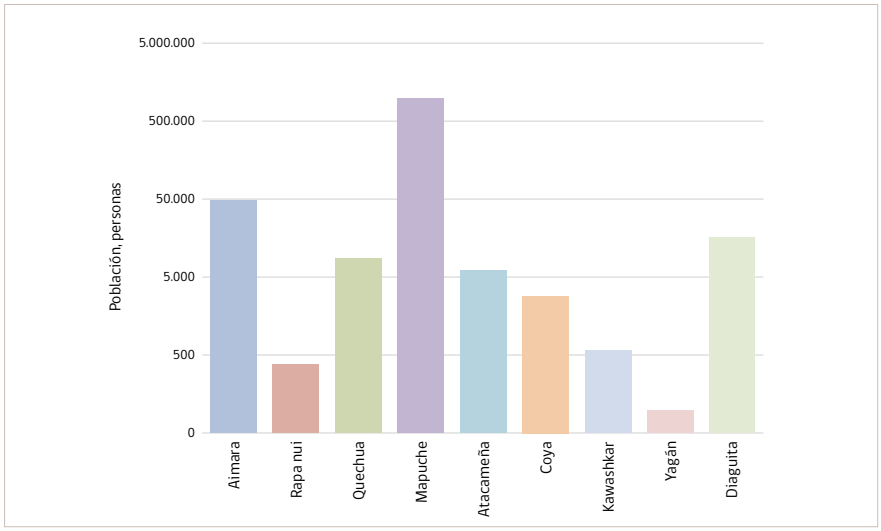
Tabla 1-6. Distribución de la población indígena en Chile, por región administrativa

Región administrativa	Población indígena (habitantes)	Porcentaje de la población regional
Arica y Parinacota	54.075	31,5
Tarapacá	56.524	17,9
Antofagasta	50.623	9,0
Atacama	40.720	14,7
Coquimbo	27.862	3,8
Valparaíso	55.132	3,1
Metropolitana	468.167	6,7
O'Higgins	28.924	3,2
Maule	20.038	2,0
Biobío	106.729	5,2
La Araucanía	309.952	32,0
Los Ríos	80.958	22,0
Los Lagos	209.214	24,8
Aisén	26.828	26,5
Magallanes	30.169	20,1
Total país	**1.565.915**	**9,1**

Fuente: Elaborado con datos de MIDESO (2013b)

Archivo MMA.

Figura 1-9. Población de las etnias existentes en Chile



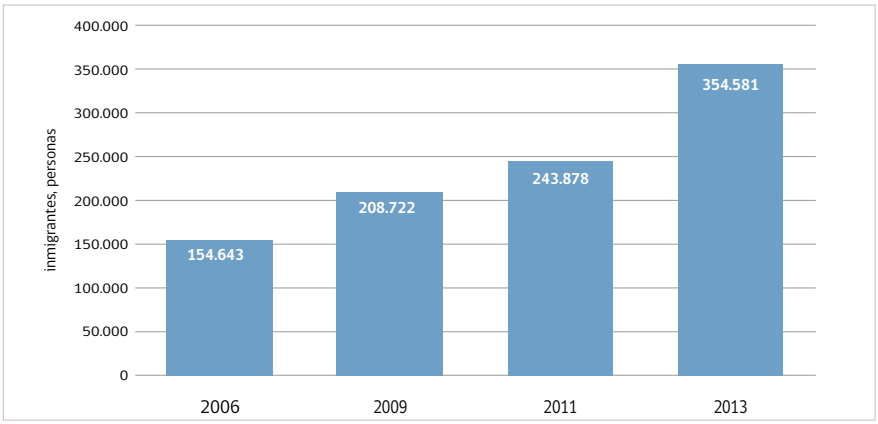
Fuente: elaborada con datos de MIDESO (2013b)

5 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 se aplica a los hogares residentes en una muestra de viviendas particulares, localizadas en 324 de 345 comunas del país, y se dejan fuera 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, excluye a quienes residen en viviendas colectivas).

6 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 2013, la población inmigrante[7] aumentó significativamente llegando a 354.581 personas, lo que equivale al 2,1% de la población nacional (Figura 1-10); básicamente, la inmigración proviene del Perú y la Argentina (Figura 1-11). Otro aspecto destacable es el aumento de la inmigración desde países parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2015): al 2015, alcanzó las 22.423 personas, provenientes en su mayoría de España (4.842 migrantes), Estados Unidos de América (3.773 migrantes) y México (2.300 migrantes).

Figura 1-10. **Crecimiento de la población inmigrante en Chile entre los años 2006 y 2013**



Fuente: elaborada con datos de MIDESO (2013a)

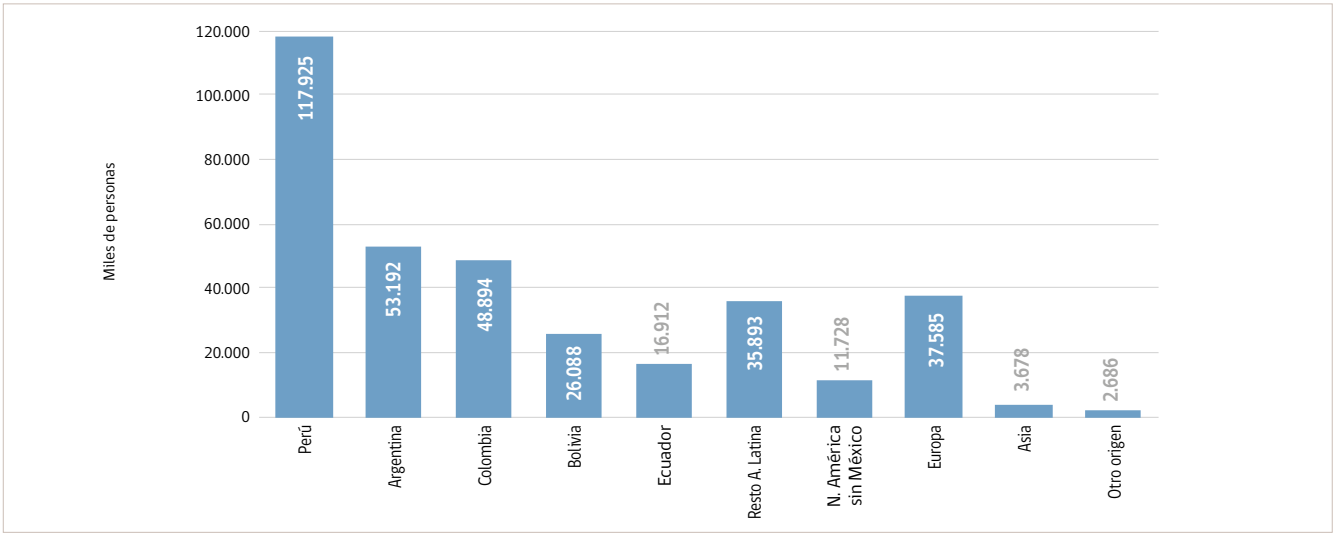
1.7. Desarrollo social

1.7.1. Indicadores sociales

Según el INE (2015a), la expectativa de vida en Chile al año 2015 llegó a los 79,1 años, mientras que la mortalidad infantil llegó al 7,0 por cada mil nacidos vivos y la tasa de alfabetización fue de 98,9% (UNICEF, 2012). La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) informó que, al año 2014 y con referencia a la población urbana, el 96,7% contó con red de alcantarillado, el 99,9% con suministro de potable y que el 99,9% de las aguas servidas generadas fue depurado en plantas de tratamiento (SISS, 2014a).

La evolución positiva del índice de desarrollo humano (IDH)[8] es prueba fehaciente de las transformaciones y de la evolución económica de Chile entre 1980 y 2014, años entre los cuales el IDH creció en 30% (de 0,64 a 0,83) (Figura 1-12).

Figura 1-11. **País de origen de inmigrantes en Chile**



Fuente: elaborada con datos de MIDESO (2013b)

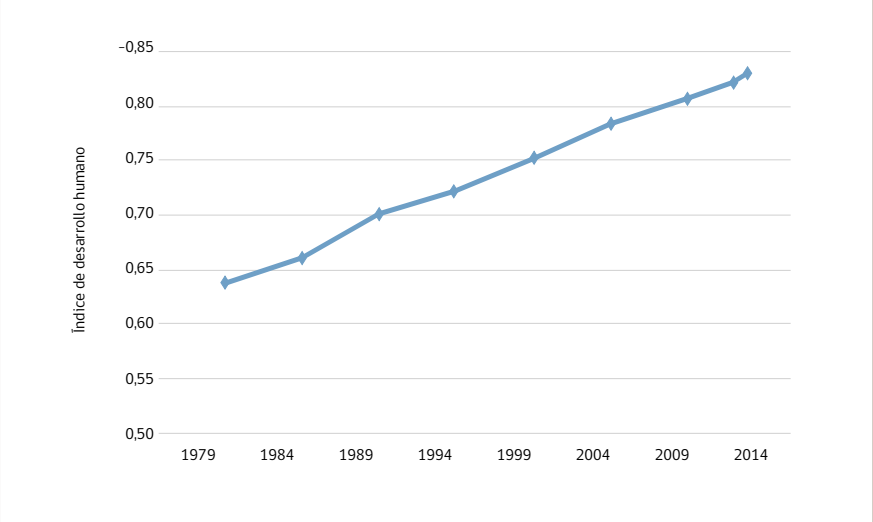
7 Según la encuesta CASEN, la condición de inmigrante internacional se determina por la residencia de la madre de cada integrante del hogar al momento de su nacimiento (migración de toda la vida).
8 El índice de desarrollo humano evalúa el progreso de los países considerando la salud (esperanza de vida), la educación (media de años de escolaridad y los previstos) y los ingresos (ingreso nacional bruto per cápita).

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. 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.

Como se muestra en la Figura 1-13, entre los años 2006 y 2015[9] 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 2015 este valor disminuyó al 11,7%. De igual modo, la población en situación de pobreza extrema se redujo del 12,6% en 2006 al 3,5% en 2015 (MIDESO, 2016.

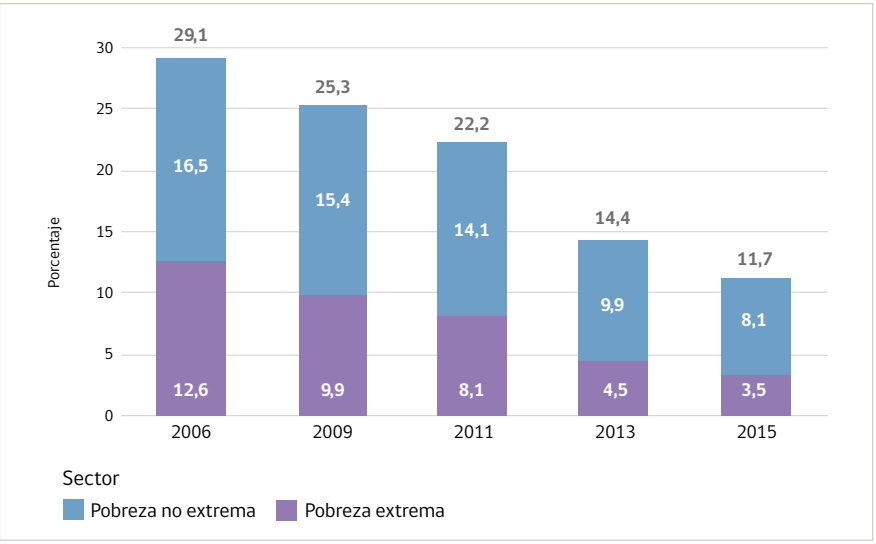
Complementariamente, la metodología de medición de la pobreza multidimensional, que considera carencias que afectan a los hogares en educación, salud, trabajo y seguridad social, y vivienda, también muestra una tendencia a la disminución significativa de la pobreza en años recientes, como se observa en la Figura 1-14. En 2015, la pobreza multidimensional afectaba al 20,9% de las personas, cifra significativamente menor a la registrada para el año 2009,[10] en que el porcentaje de población en situación de pobreza alcanzaba el 24,3%.

Figura 1-12. Evolución del índice de desarrollo humano (IDH) entre 1980 y 2014



Fuente: Elaborado con datos de PNUD (2015)

Figura 1-13. Porcentaje de personas en situación de pobreza y pobreza extrema por ingresos, período 2006-2013, usando la nueva metodología de medición



Fuente: MIDESO (2016)

9 La serie de datos sobre pobreza por ingresos (estimada a través de la nueva metodología de medición) se encuentra disponible para los años 2006, 2009, 2011, 2013 y 2015.

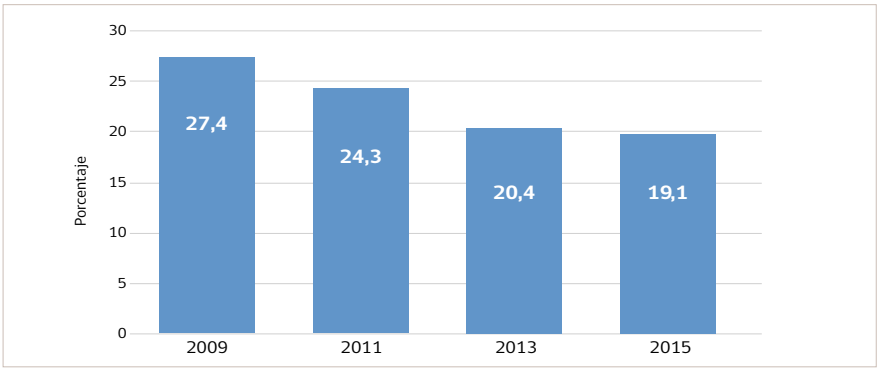
10 La serie de datos sobre pobreza multidimensional (estimada a través de la nueva metodología de medición) se encuentra disponible para los años 2009, 2011, 2013 y 2015.

El análisis de la distribución del ingreso entre los hogares, en el período comprendido entre los años 2006 y 2013, muestra que el país mantiene una elevada concentración del ingreso autónomo, seguido del ingreso monetario, que incluye las transferencias monetarias que realiza el sector público a los hogares de menores ingresos, como parte de los programas sociales, MIDESO, 2016).

Como se observa en la Tabla 1-7, que presenta la estimación de los índices 20/20, 10/40 y 10/10 y del coeficiente de Gini,[11] entre 2006 y 2015 los valores del coeficiente de Gini, estimados a partir del ingreso autónomo, han fluctuado entre 0,504 y 0,495 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 fluctuado entre 10,7 y 12,7 veces el ingreso de un hogar perteneciente al 20% más pobre de los hogares
- 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 16,0 y 20,1 veces el ingreso de un hogar perteneciente al 10% más pobre de los hogares.

Figura 1-14. Porcentaje de personas en situación de pobreza multidimensional, período 2009-2013 (medición en 4 dimensiones)



Fuente: Encuesta CASEN 2009-2015 (MIDESO, 2016)

Tabla 1-7. Indicadores de la distribución del ingreso de los hogares, según tipo de ingreso, para el período 2006-2013

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

1 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.
2 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.
Nota: Ingresos corregidos por no respuesta.

Fuente: MIDESO (2016)

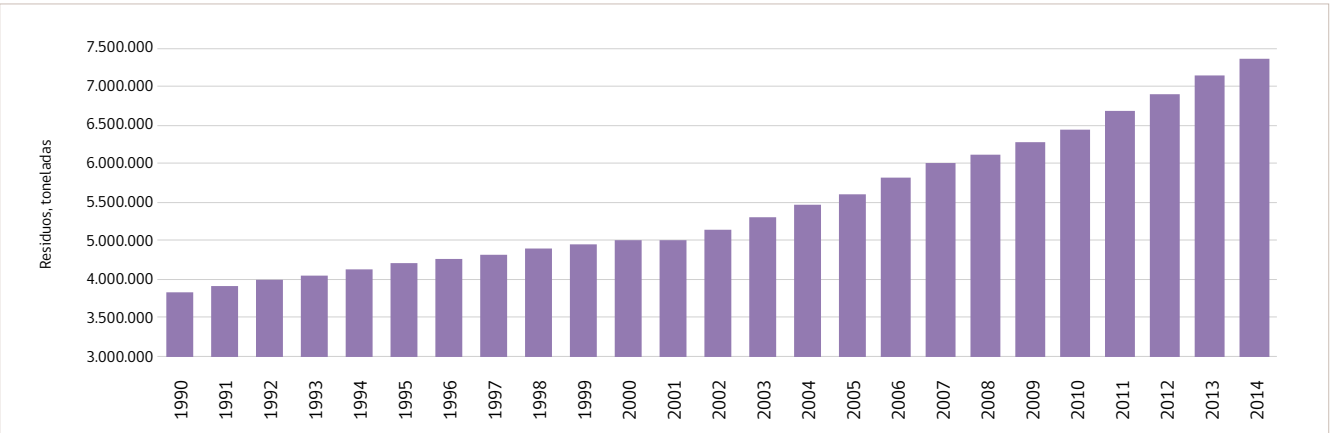
1.7.2. Gestión de residuos

Residuos sólidos domiciliarios

Si bien el país registra importantes avances en materia de disposición final, sigue vigente el desafío de prevenir la generación y valorización de residuos a través de instrumentos obligatorios y voluntarios, así como de coordinar a los organismos públicos y privados, asegurando la participación de la sociedad civil. Esto es relevante para Chile, sobre todo porque en la actualidad se disponen en rellenos sanitarios, vertederos y basurales aproximadamente 6,8 millones de toneladas de residuos sólidos de origen domiciliario (RSD) al año (Figura 1-15). Aunque en la última década ha aumentado la disposición confinada de los residuos sólidos municipales en gran parte de las regiones del país, Chile aún se encuentra bajo el promedio

11 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.

Figura 1-15. **Cantidad anual de residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final**



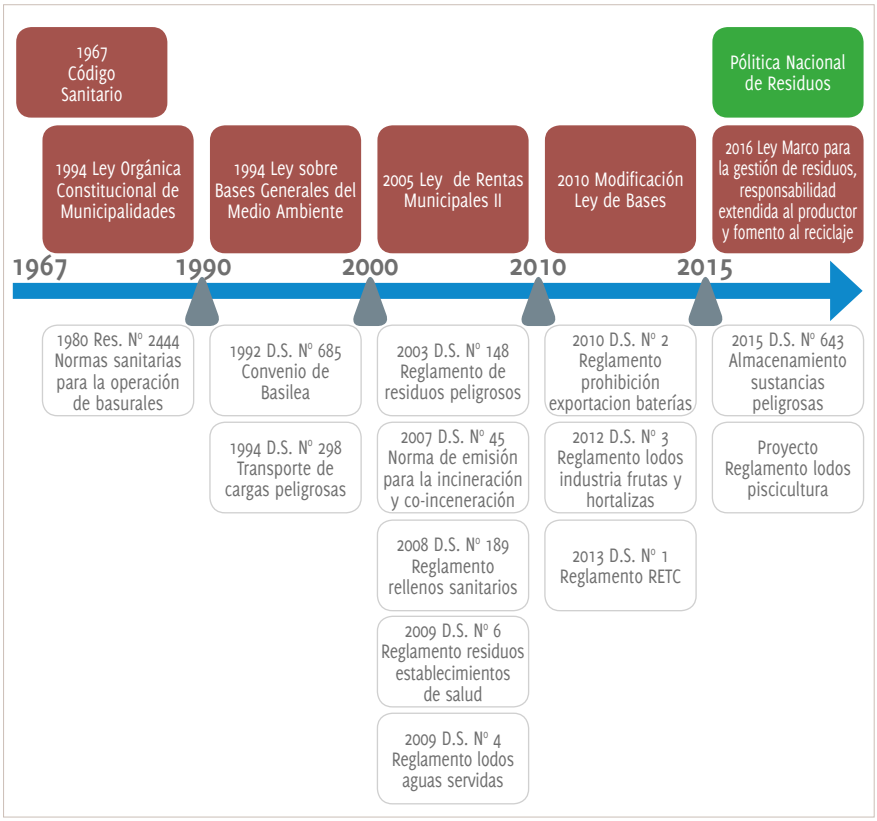
Fuente: MMA (2016a)

OCDE de kilogramos de residuos per cápita (actualmente, entre 380-390 para Chile y 540 para la OCDE) (OCDE, 2015).

En la Figura 1-16 se presentan los principales cuerpos legales que regulan la gestión de RSD en Chile, radicada en un amplio número de organismos públicos, con atribuciones específicas de gestión. Las principales instituciones son i) las municipalidades, con la función privativa de aseo y ornato, incluyendo el servicio de extracción de la basura; ii) el Ministerio de Salud (MINSAL), a cargo de la protección de la salud de las personas en relación con el manejo de residuos, y iii) la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), que coordina y apoya a las municipalidades a través del Programa Nacional de Residuos Sólidos.

Con la publicación en el *Diario Oficial* en junio del 2016 de la Ley 20.920 (Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje), que establece por primera vez en Chile la responsabilidad extendida del productor de productos "prioritarios" (lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, pilas, envases y embalajes, y neumáticos) y fomento al reciclaje, el rol del MMA se extiende a la elaboración de regulaciones con metas de recolección y valorización de residuos, así como de mecanismos para prevenir la generación y asegurar un manejo ambientalmente racional de los residuos.

Figura 1-16. **Regulación aplicable a la gestión de residuos**



Fuente: Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental, MMA

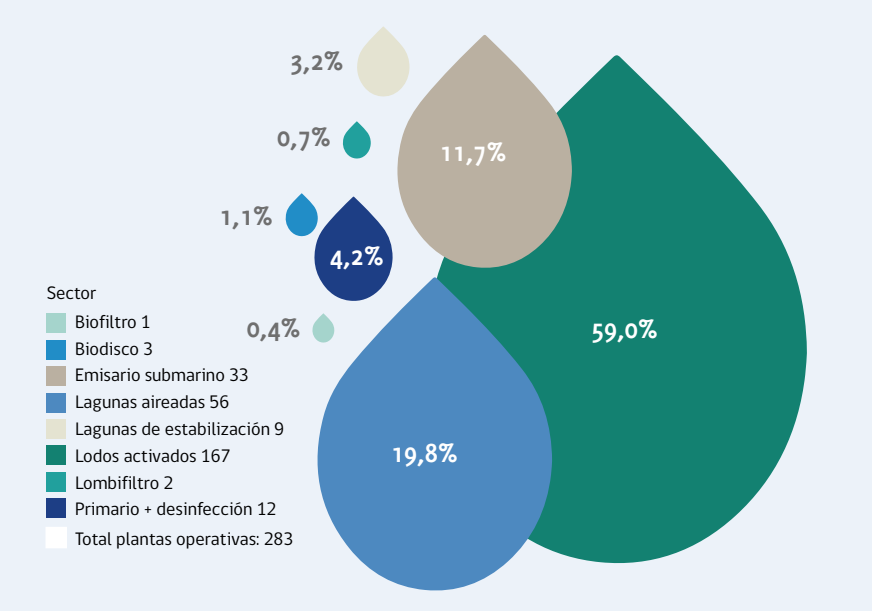
Otro avance es la aprobación del Decreto Supremo (DS) N° 1 del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) que, dentro de su plataforma, integra el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), que establece la obligación de generadores y destinatarios, así como de municipalidades, de entregar información sobre generación y destino de residuos no peligrosos, respectivamente, que es complementario al Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP) establecido en 2003 por el D.S. N° 148, correspondiente al Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

Actualmente, se encuentra en elaboración la Política Nacional de Residuos, que establece, ordena y orienta las acciones que el Estado debería ejecutar para disminuir la generación de residuos y aumentar su valorización. Esta política pretende llevar a la práctica la implementación de la jerarquía en el manejo de residuos a través de la coordinación de los organismos públicos, privados y la participación de la sociedad civil.

Residuos líquidos domiciliarios

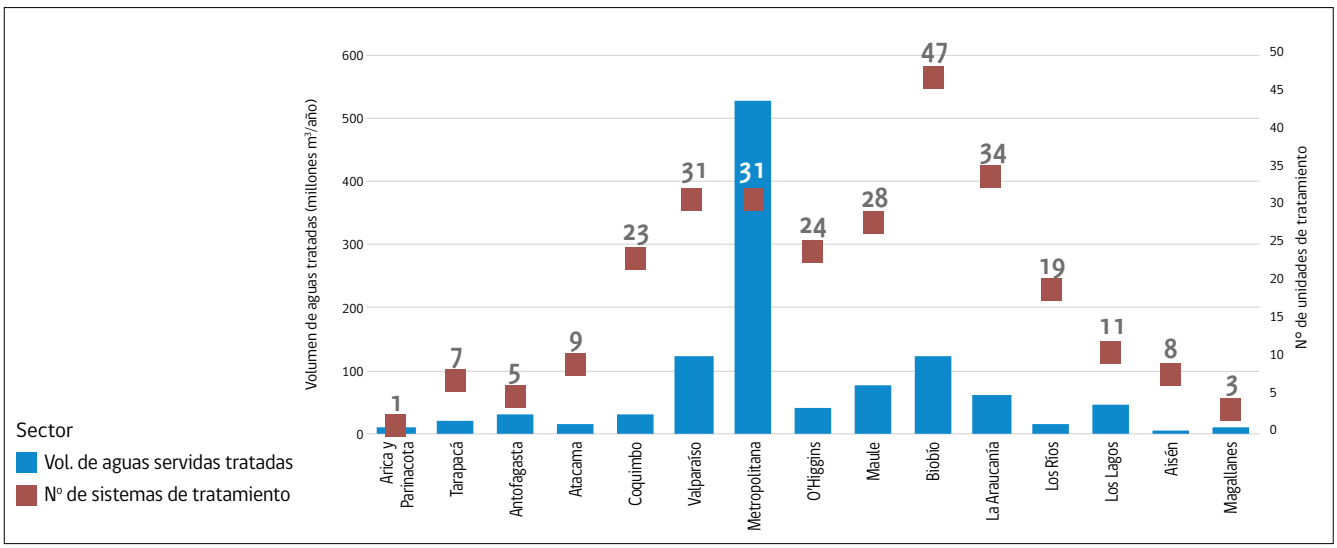
Las aguas servidas son tratadas bajo diversos sistemas de tratamiento. La Figura 1-17 informa que las tecnologías predominantes son los lodos activados, las lagunas de aireación y los emisarios submarinos.

Figura 1-17. Tecnologías utilizadas para el tratamiento de aguas servidas



Fuente: SISS (2014b)

Figura 1-18. Volumen de aguas servidas tratadas y número de unidades de tratamiento en el año 2014, por región administrativa



Fuente: MMA elaborada con datos de SISS (2014b)

El mayor volumen de aguas servidas se genera en la Región Metropolitana debido a su mayor población. No obstante, como se ve en la Figura 1-18, no es la región con el mayor número de unidades de tratamiento, sino que son las regiones del Biobío, La Araucanía y Valparaíso; evidentemente, diferencias tecnológicas, tamaño de las unidades y distribución de las poblaciones regionales justifican este hecho.

Residuos líquidos industriales (RILES)

El mayor volumen de RILES es producido en la Región Metropolitana, región que cuenta además con el mayor número de establecimientos industriales (Figura 1-19), seguida de lejos por las regiones de Antofagasta y del Biobío; en el caso de la Región de Antofagasta, ello se debe a la existencia de emplazamientos mineros de la gran minería del cobre, en tanto que la Región del Biobío concentra una fracción importante de las empresas forestales y lecheras del país.

1.8. Educación

1.8.1. Educación escolar formal

La educación escolar formal, conformada por los niveles parvularios, básicos y medios, es implementada a través de establecimientos de dependencia municipal, particulares subvencionados y pagados y corporaciones de administración delegada, cada uno de los cuales posee cuerpos normativos propios. En la Tabla 1-8 se informa del número de alumnos matriculados el año 2015 en la educación escolar formal.

Tabla 1-8. Número de alumnos cursando la educación escolar formal, año 2015

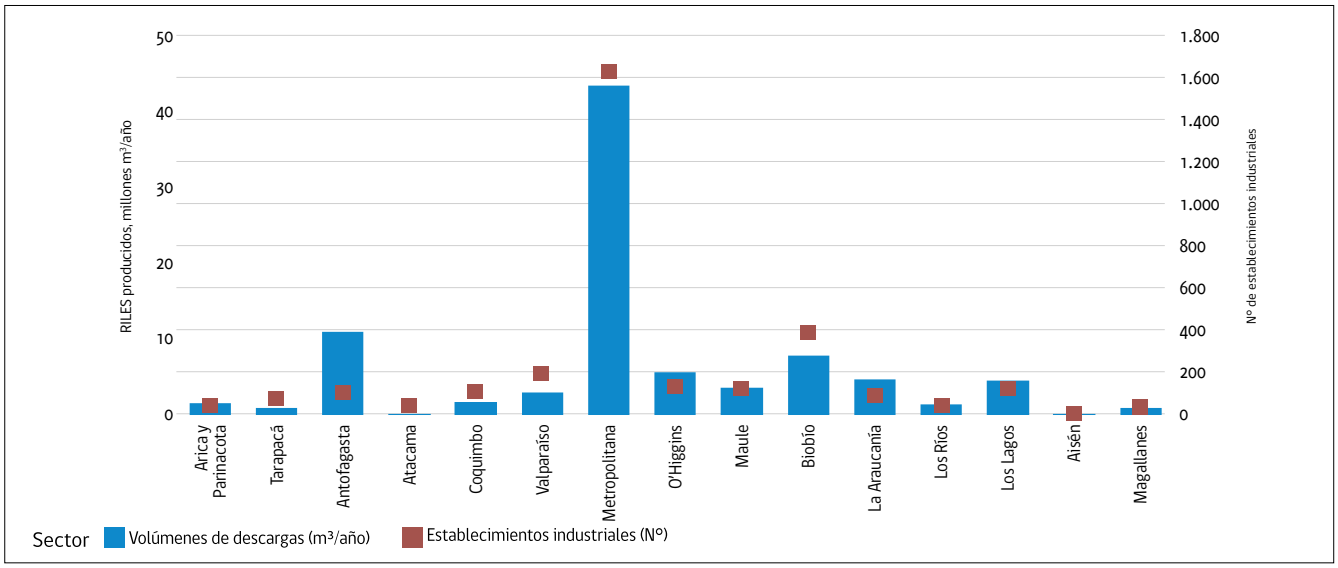
Educación parvularia					
Total alumnos	JUNJI*	Fundación Integra	Municipales	Particulares subvencionados	Particulares pagados
762.170	171.464	71.451	132.247	345.872	41.136

Educación básica				
Total alumnos	Municipales	Particulares subvencionados	Particulares pagados	Corporaciones de Administración Delegada
1.995.554	779.834	1.063.115	152.346	259

Educación media**				
Total alumnos	Municipales	Particulares subvencionados	Particulares pagados	Corporaciones de Administración Delegada
1.029.930	379.929	524.823	79.585	45.593

** JUNJI: Junta Nacional de Jardines Infantiles.*
*** El 71% de los alumnos se orientó a la formación científico-humanista y el 29% restante a la técnico-profesional.*
Fuente: MINEDUC (2015)

Figura 1-19. Volumen de residuos industriales líquidos (RILES) producidos y número de establecimientos industriales en el año 2014, por región administrativa



Fuente: Elaborado con datos de SISS (2014b)

El año 2009 se promulgó la Ley 20.370,[12] que estableció la Ley General de Educación (LGE) y que reguló los derechos y deberes de los integrantes de la comunidad educativa, mandató el cambio de Marco Curricular a Bases Curriculares,[13] y estableció requisitos para el reconocimiento oficial de los establecimientos e instituciones educacionales, con el objetivo de instalar un sistema educativo caracterizado por la equidad y calidad de su servicio.

El año 2011 se promulgó la Ley 20.529, que creó el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Parvularia, Básica y Media y su Fiscalización, que regula el sistema educacional para el aseguramiento de la calidad de la educación de los niveles parvulario, básico y medios, como también el desempeño de las escuelas, sus sostenedores, docentes y directivos.

Archivo MMA.

Tabla 1-9. Estudiantes matriculados en los diferentes niveles de la educación superior en Chile, al año 2015

Nivel de enseñanza	Técnico	Profesional	Postítulo	Magíster	Doctorado	Total alumnos
CFT	146.515	-	6	-	-	146.521
IP	186.153	187.018	5.631	-	-	378.802
Ues	29.180	616.788	21.762	40.203	5.172	713.105
Total	**361.846**	**803.806**	**27.399**	**40.203**	**5.172**	**1.238.428**

Fuente: MINEDUC (2015)

El año 2015 se promulgó la Ley 20.845 sobre inclusión escolar, que regula la admisión de los estudiantes, elimina el financiamiento compartido y prohíbe el lucro en establecimientos educacionales que reciben aportes del Estado. Esta ley entrega las condiciones para que a los alumnos que asisten a colegios que reciben subvención del Estado se les entregue una educación de calidad.

1.8.2. Educación superior

De acuerdo con el MINEDUC (2015), la educación superior en Chile está representada por entidades estatales y privadas en diferentes niveles: 39 centros de formación técnica (CFT), 33 institutos profesionales (IP), 25 universidades estatales y 31 universidades privadas. En 2015, 340.931 alumnos ingresaron a primer año, en tanto que los egresos bajaron de 260.058 alumnos el 2010, a 190.957 alumnos el 2014; al año 2015 la educación superior contabilizó 1.238.428 alumnos (Tabla 1-9).

1.9. 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.

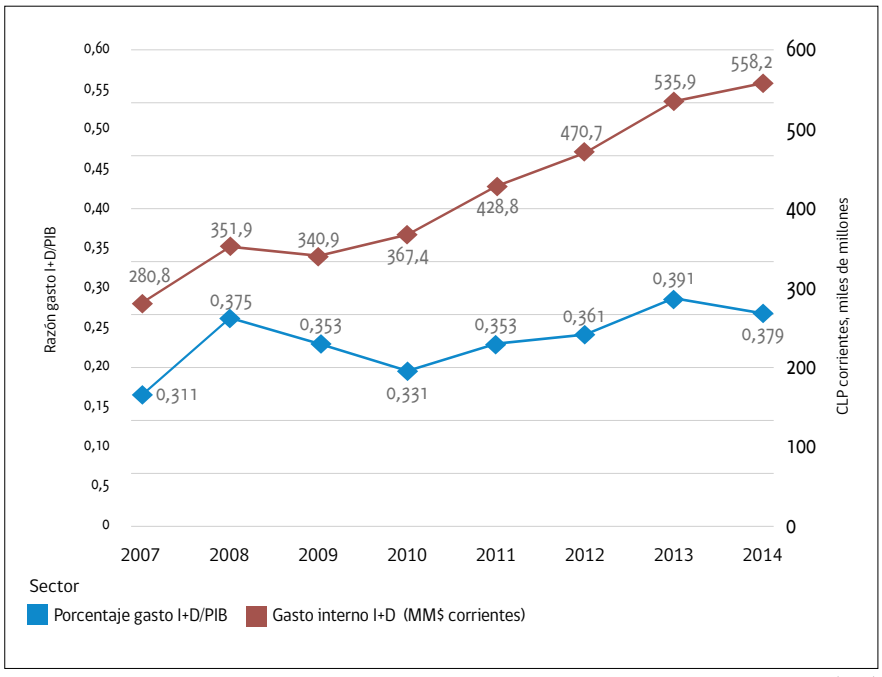
El Gobierno formula las políticas del sistema CIT y apoya la investigación nacional a través de instituciones dependientes de Ministerios y entidades autónomas descentralizadas que financian gran parte de las actividades de las empresas, universidades, institutos públicos e instituciones privadas sin 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).

12 La Ley 20.370 define "Educación" como "el proceso de aprendizaje permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas, que se manifiesta por medio de la enseñanza formal o regular, la enseñanza no formal y de la educación informal".
13 Esta ley generó tres cambios fundamentales para el Marco Curricular: i) estableció los objetivos generales de la educación básica y media; ii) definió los ciclos escolares, con una educación básica de seis años y una media de seis años, compuesta por cuatro años de formación común y dos años de formación diferenciada, y iii) estableció como obligatorio que el currículo nacional cubra, como máximo, el 70% del tiempo escolar.

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

- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología (CONICYT), dependiente del MINEDUC: consta de doce programas, entre los que destacan el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico (FONDECYT), el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), el Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación (FONDAP), y el Programa Nacional de Divulgación y Valoración de la Ciencia y Tecnología (Explora).
- Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON): principalmente a través de InnovaChile, busca mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, además de los instrumentos de financiamiento e inversiones.
- Fundación para la Innovación Agraria (FIA), dependiente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI): financia 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, como factor clave del desarrollo económico y social sostenible.

Figura 1-20. Gasto en I+D y su relación con el PIB nacional entre 2007 y 2014



Fuente: elaborada con datos de MINECON (2016)

Archivo MMA.

En la Figura 1-20 se ilustra la tendencia del gasto público en I+D (valores nominales) en Chile, entre los años 2007 y 2014. De acuerdo con estas cifras, el gasto en relación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional ha presentado un leve aumento durante el período, pasando de representar el 0,31% en 2011 al 0,38% el año 2014 (cifra preliminar).

En lo que respecta al financiamiento de I+D, la Tabla 1-10 muestra las fuentes disponibles entre los años 2007 y 2014. Se observa que, a partir del 2009, el Estado pasó a ser la principal fuente de financiamiento quedando las empresas en un segundo lugar. El 38,9% del gasto en I+D del año 2014 fue ejecutado por el sector de educación superior, el 33,5% por las empresas, el 11,5% por los observatorios astronómicos, el 8,1% por el Estado y el 7,7% por las IPSFL.

Tabla 1-10. Gasto en I+D en Chile en el período 2007-2014 (moneda real del año 2014), según sector de financiamiento

Fuentes de financiamiento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Miles de millones de pesos chilenos (CLP)							
Empresas	135,69	178,56	107,97	106,80	158,99	177,31	191,62	178,44
Estado	124,15	137,86	153,47	169,42	157,88	182,46	215,20	246,13
Educación superior	65,06	70,27	55,92	53,20	44,96	47,82	65,57	52,82
IPSFL	9,44	8,01	6,81	7,11	7,52	10,83	4,40	4,01
Fondos internacionales	14,58	13,64	76,28	83,25	99,76	88,98	84,04	76,84
Total	**348,91**	**408,35**	**400,45**	**419,78**	**469,11**	**507,40**	**560,83**	**558,24**

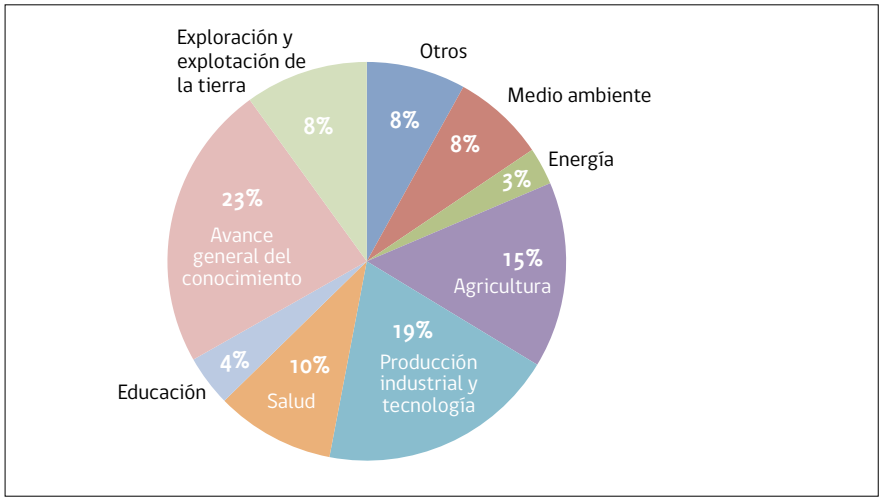
Para el año 2014 las cifras son preliminares. Fuente: MINECON (2016)

En la Figura 1-21 se indica la distribución del gasto según objetivo socioeconómico del I+D, en tanto que en la Figura 1-22 se presenta la composición del gasto —al año 2014— en ciencia, tecnología e innovación, según sector de investigación.

En cuanto al gasto público anual corriente en temas medioambientales, en la Figura 1-23 se muestran los montos estimados —en pesos chilenos— para el año 2012 en los diferentes temas medioambientales. 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.

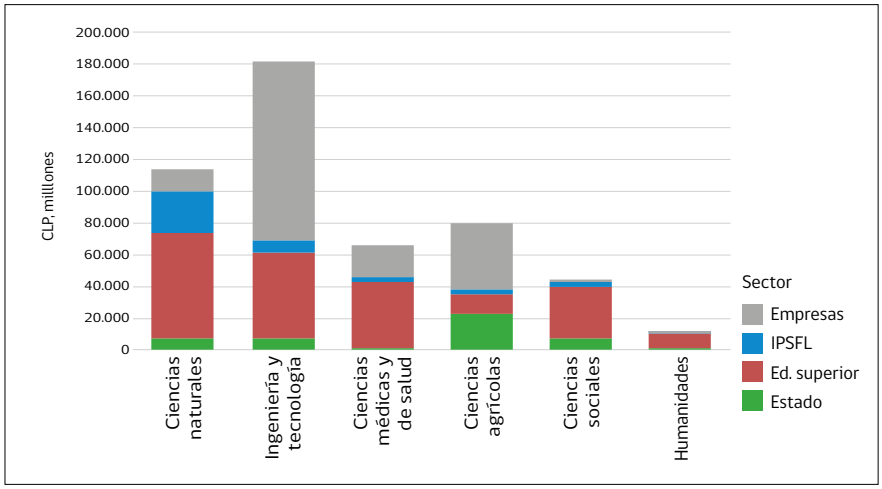
RN Altos de Lircay, SERNATUR.

Figura 1-21. Distribución del gasto en I+D al año 2014 (cifras preliminares), según objetivo socioeconómico (millones de pesos reales de 2014)



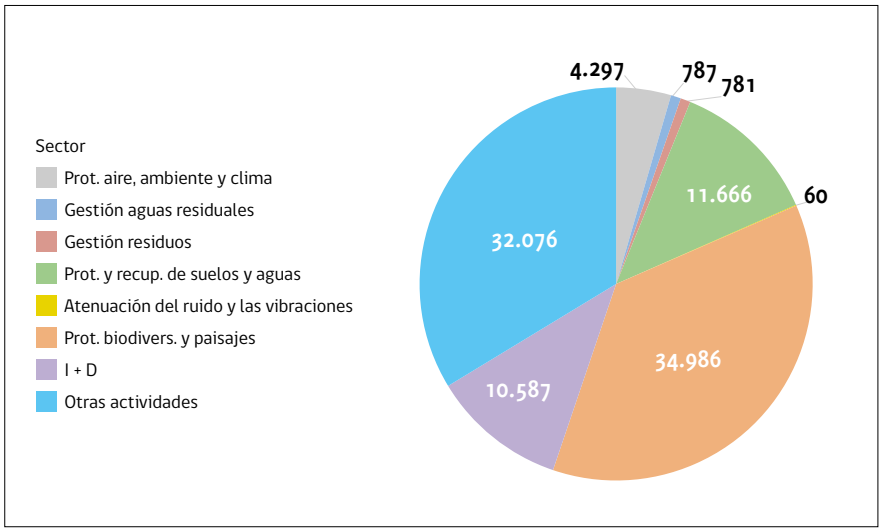
Fuente: elaborada con datos de MINECON (2016)

Figura 1-22. Gasto en ciencia, tecnología e innovación al año 2014 (cifras preliminares), según área del conocimiento

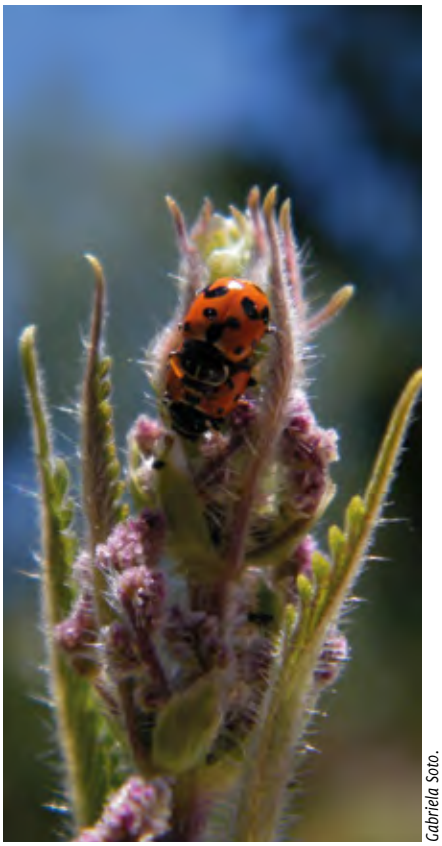


Fuente: elaborada con datos de MINECON (2016)

Figura 1-23. **Gasto público anual corriente del Estado de Chile (en millones de pesos chilenos) al año 2012, en temas ambientales**



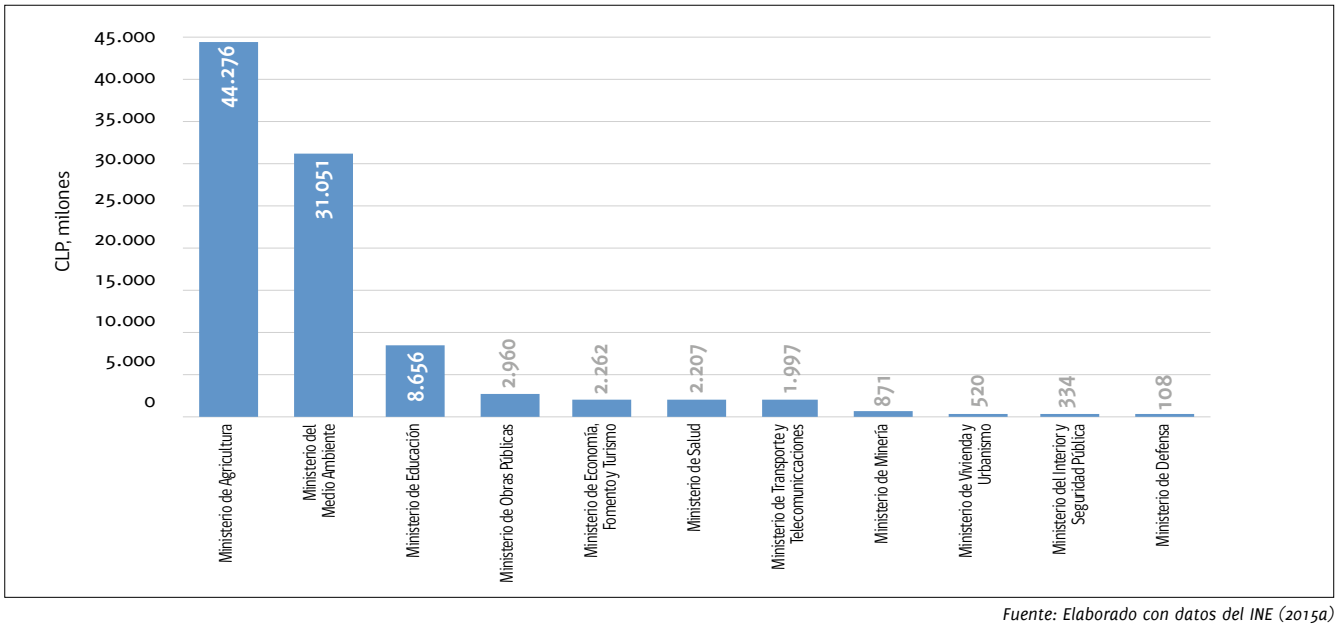
Fuente: Elaborado con datos del INE (2016 a, b, c, d)



Gabriela Soto.

Desagregando este gasto público entre los Ministerios, la Figura 1-24 muestra que, al año 2012, las unidades con mayor inversión en las temáticas identificadas en la Figura 1-23 fueron MINAGRI, MMA y MINEDUC (44,3 mil millones CLP, 31,0 mil millones CLP y 8,7 mil millones CLP, respectivamente).

Figura 1-24. **Desagregación del gasto público anual corriente entre Ministerios en temas medioambientales, al año 2012 (en millones de pesos chilenos)**



Fuente: Elaborado con datos del INE (2015a)

2. Perfil económico

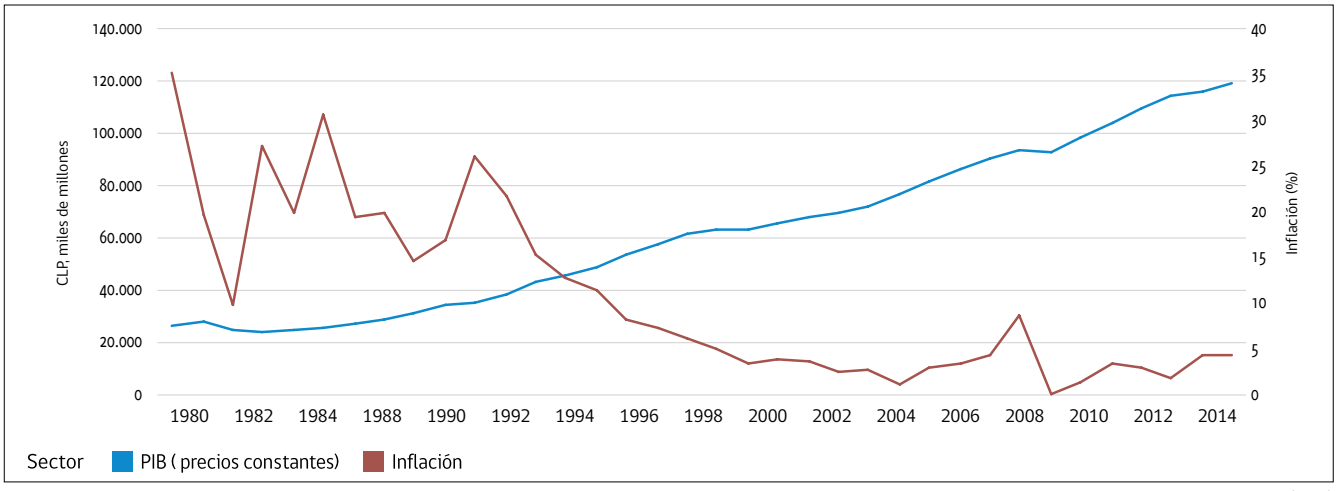
2.1. Visión general

Gabriela Soto.

Chile posee un modelo económico abierto y estable, que favorece el comercio y la inversión. En gran medida, el crecimiento económico del país está regido por la actividad minera, cuyas exportaciones al año 2014 correspondieron al 54,2% del total exportado por el país (DIRECON, 2015).

Como se aprecia en las Figuras 1-25, 1-26 y 1-27, en los últimos veinte años Chile ha experimentado un rápido crecimiento económico, liderado por las exportaciones de materias primas. Durante los últimos años, la política económica chilena se ha enfocado en aquellos instrumentos que favorecen el crecimiento económico y mantienen la inflación controlada y estable. En particular, destaca la política fiscal que, enmarcada en la política de balance estructural, ha continuado teniendo un papel estabilizador del ciclo económico chileno. En la Tabla 1-11 se presenta un conjunto de indicadores económicos del país que orientan sobre el comportamiento de la economía chilena.

Figura 1-25. PIB nacional a precios constantes e inflación, como índice de precios al consumidor (IPC)



Fuente: elaborada con datos de DIRECON (2015)

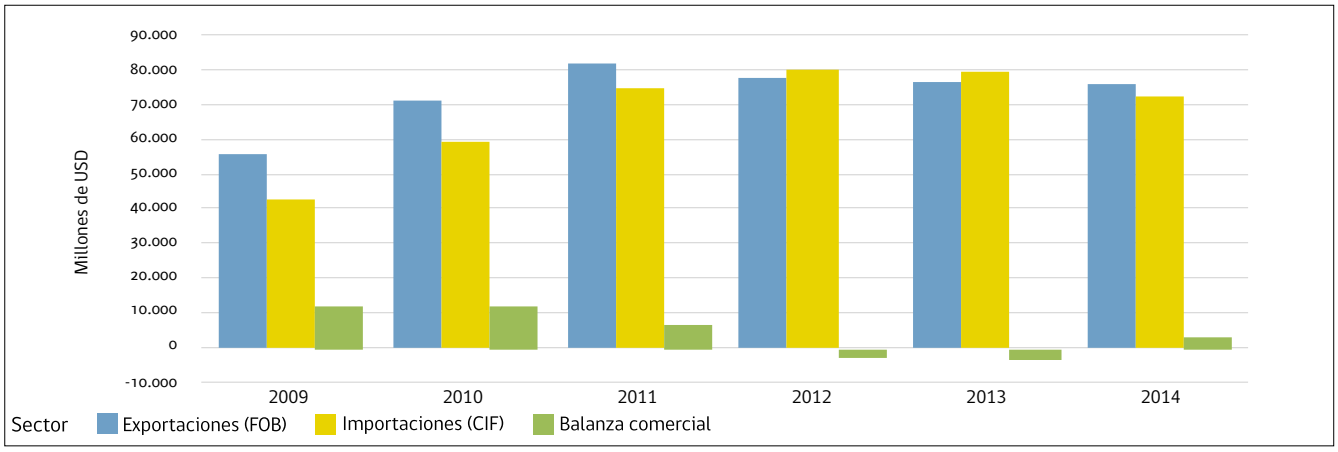
Tabla 1-11. **Indicadores económicos relevantes**

Indicador	Valor	Unidad
PIB en 2015	240.215,7	Millones USD
PIB per cápita estimado en 2015	22.316	USD
Crecimiento estimado del PIB para 2016 (% anual)	1,9	%
Crecimiento estimado del PIB para 2020 (% anual)	2,3	%
Exportación de materias primas (% de las exportaciones totales, 2014)	43,7	%
Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB) 2015	30,1	%
Valor agregado en "Agricultura" (% PIB) 2014	3,3	%
Valor agregado en "Industrias" (% PIB) 2014	35,1	%
Valor agregado en "Servicios y otros" (% PIB) 2014	61,5	%

Fuente: Elaborado con datos BM (2016 a, b, c, d)

Archivo MMA.

Figura 1-26. **Exportaciones, importaciones y balanza comercial, 2009-2014**

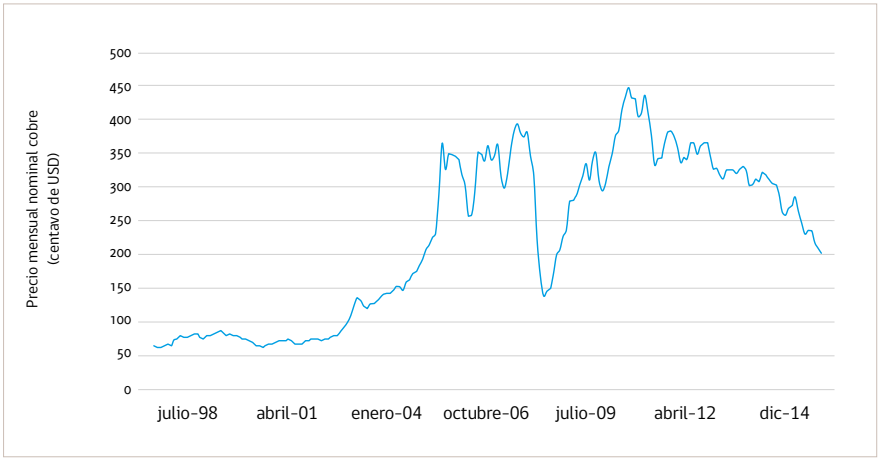


Fuente: Elaborado con datos de DIRECON (2015)

Como muestra la Figura 1-26, la balanza comercial de Chile ha sido positiva, a excepción de los años 2012 y 2013, período en que la balanza negativa se explica tanto por la caída del precio internacional del cobre (Figura 1-27), que tuvo severas repercusiones sobre las exportaciones chilenas, como por el precio del petróleo que, a partir del año 2011 y hasta el tercer trimestre del 2014, tendió a mantenerse por sobre los 90 centavos de USD por barril (Investing.com, 2016).

De acuerdo con la Figura 1-27, el precio de venta del cobre —principal producto exportado por Chile y, por tanto,

Figura 1-27. **Precio mensual nominal del cobre (en centavos USD/libra de cobre), entre los años 1999 y 2015**



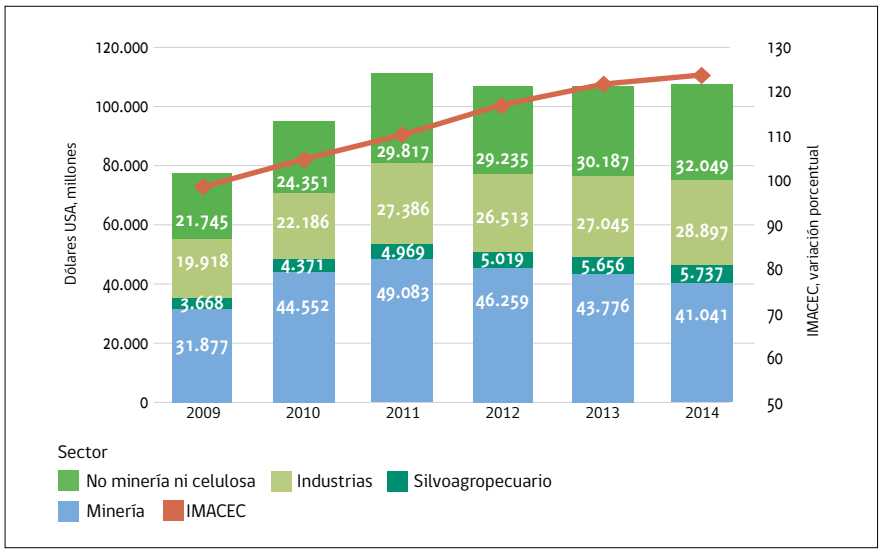
Fuente: Elaborado con datos de COCHILCO (2016)

de vital importancia para la economía chilena— comenzó a aumentar fuertemente a contar de fines del año 2003, lo que aceleró el crecimiento de la economía chilena hasta iniciar una tendencia decreciente dentro del año 2013, para llegar en enero de 2016 a 2,02 USD/libra.

Como se observa en la Figura 1-28, la minería es el sector con mayor impacto en las exportaciones. Dentro de este sector, el cobre es por lejos el principal producto que el país exporta. En el caso de las importaciones, los bienes intermedios (lubricantes, combustibles y petróleo, entre otros) son los que representan la mayor proporción de bienes importados, correspondientes a más del 50% del valor total.

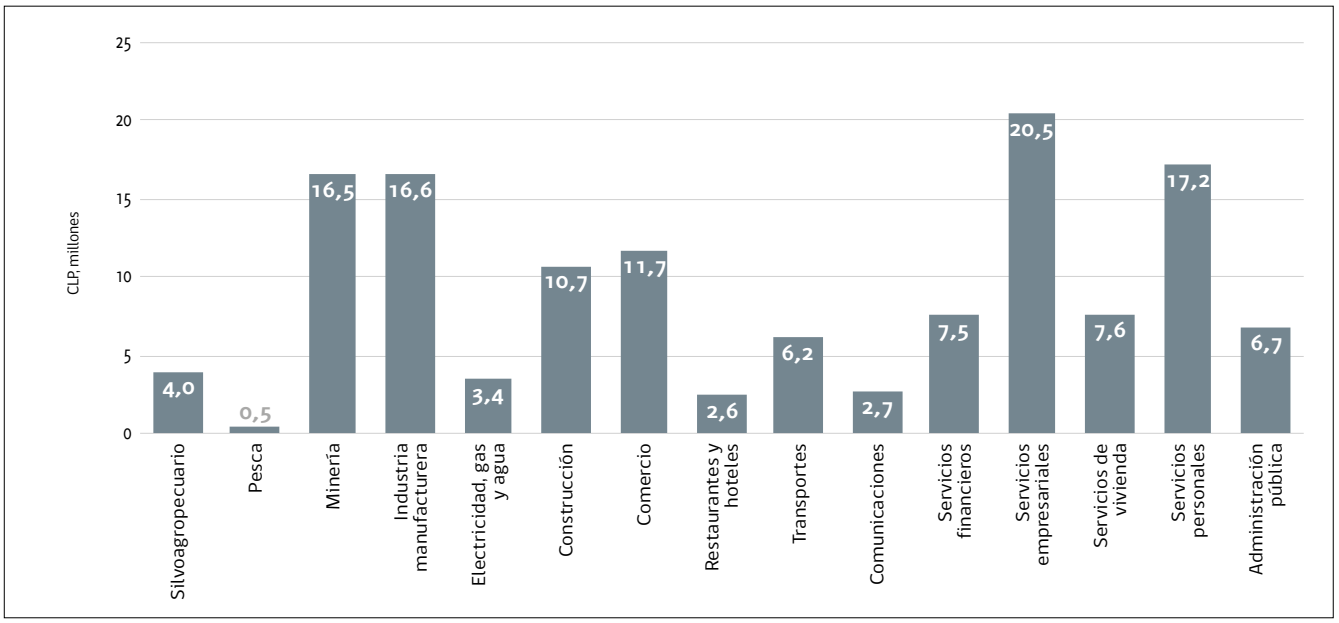
Si bien la economía de Chile está basada en la extracción de recursos naturales y bienes primarios, la suma del aporte de los servicios financieros y personales representa la mayor proporción del PIB (en suma, el 37,7%), seguida de la industria manufacturera y la minería (en suma, el 33,1%), tal como se muestra en la Figura 1-29.

Figura 1-28. Exportaciones por sector, 2009-2014



Fuente: Elaborado con datos de DIRECON (2015)
IMACEC desestacionalizado, tomado de BC (2016)

Figura 1-29. PIB trimestral, según sector productivo, para el año 2014



Fuente: Elaborado con datos del BC (2015)

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.

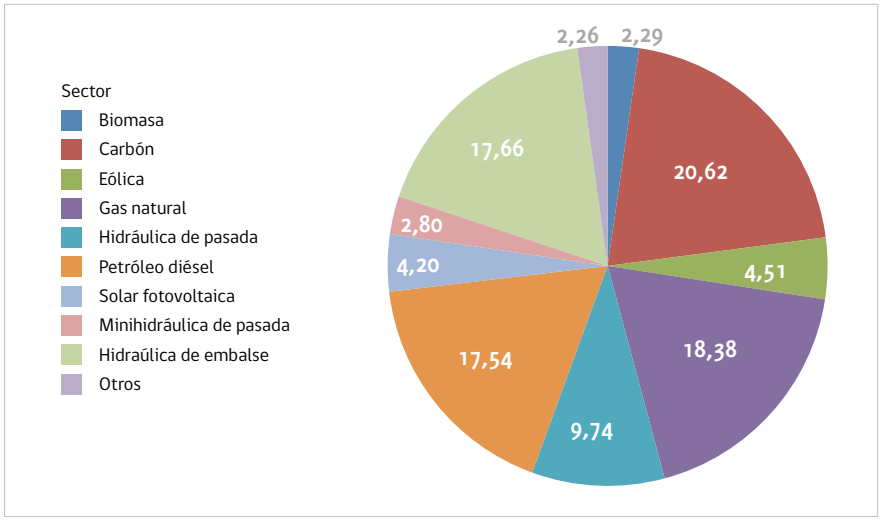
Generación eléctrica

La generación de energía eléctrica en el país depende de dos fuentes principales: la hidráulica y la térmica. Chile posee una gran componente hidroeléctrica dentro de su matriz (34% del total), aunque por debajo de otros países con gran potencial hidroeléctrico como Noruega (95%), Nueva Zelanda (55,9%), Suiza (55%) y Suecia (45,5%).

Las condiciones geográficas han determinado un sistema de transmisión de energía eléctrica que contempla cuatro sistemas independientes (sistemas interconectados del norte grande y central, Aisén y Magallanes), cuya suma de capacidades, a finales de 2015, alcanzó los 20.375 MW. La potencia instalada se distribuye en diferentes fuentes de generación de electricidad (Figura 1-30). En la Figura 1-31 se informa de los principales sistemas generadores de electricidad del país y sus respectivas capacidades instaladas.

Carretera Austral Aysén, Parque Eólico Chile.

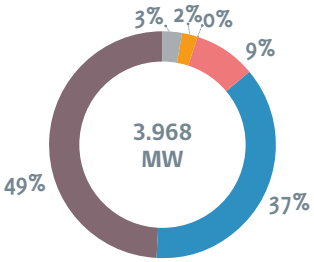
Figura 1-30. Participación porcentual de fuentes en la generación eléctrica

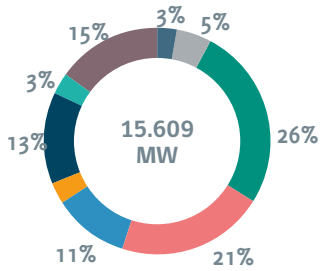


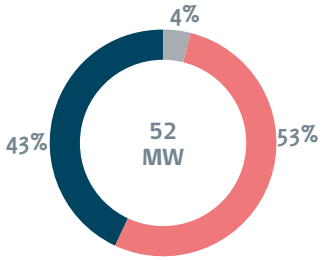
Fuente: elaborada con datos de CNE (2016)

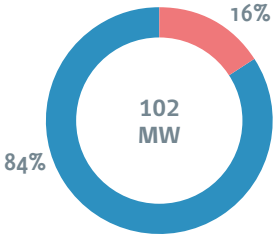
Figura 1-31. **Sistemas de generación de electricidad en Chile**

Capacidad instalada por tecnología a enero de 2016









Capacidad instalada por sistema a enero de 2016

Sistema	Capacidad MW	Capacidad %
SING	3.968	20,1%
SIC	15.609	79,1%
SEA	52	0,3%
SEM	102	0,5%

Fuente: CDEC - SIC / CDEC - SING y CNE

Fuente: CNE (2016)

El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) está constituido por centrales generadoras y líneas de transmisión interconectadas que abastecen a las regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta. Aproximadamente el 90% de sus ventas son a clientes libres, es decir, clientes mineros e industriales cuyos requerimientos de potencia superan los 2 MW. Según la normativa legal, estos clientes no están sometidos a la regulación de precios que sí afecta a los clientes regulados. La capacidad instalada del SING fue de 3.968 MW en enero 2016, con un parque generador eminentemente termoeléctrico, constituido en el 95% por centrales térmicas a carbón, diésel y de ciclo combinado a gas natural.

Solo existen dos unidades hidroeléctricas, las centrales Chapiquiña y Cavancha, que aportan el 1% de la capacidad instalada. Recién se están comenzando a usar las energías renovables no convencionales (ERNC), pese al gran potencial sobre todo de la energía solar de las zonas que cubre el SING. Merece destacarse el avance, en los últimos cinco años, de la instalación de parques solares fotovoltaicos por parte de empresas privadas, principalmente mineras (como Doña Inés de Collahuasi y Minera Escondida) y de empresas autónomas del Estado (como CODELCO).

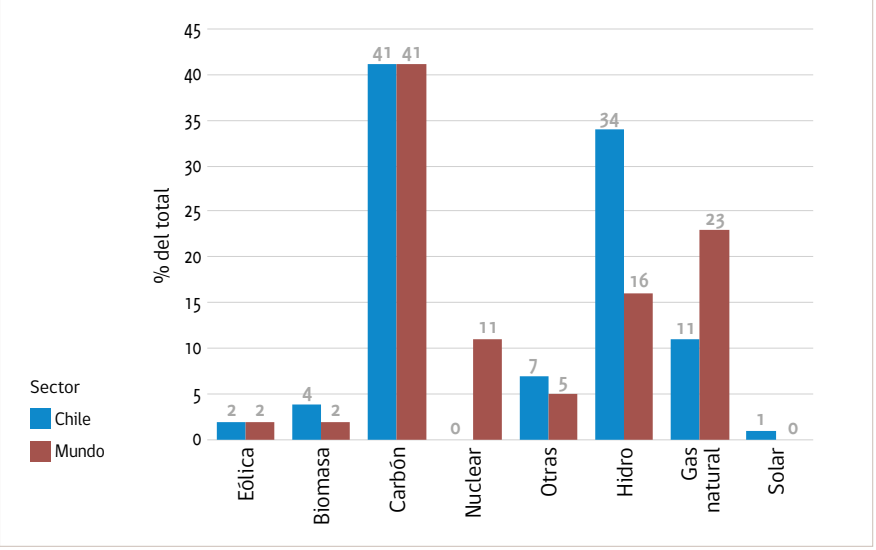
El Sistema Interconectado Central (SIC) es el principal sistema eléctrico del país y abastece a más del 90% de la población. Se extiende desde Taltal (Región de Antofagasta) hasta la isla grande de Chiloé (Región de Los Lagos), cubriendo una superficie de 326.412 km^2. Según la Comisión Nacional de Energía (CNE), en enero de 2016 su capacidad instalada alcanzó los 15.609 MW, de los cuales el 42% correspondió a centrales hidroeléctricas, el 47% a centrales termoeléctricas y el 11% restante a centrales solares, de biomasa y eólicas; ese año, el SIC representó el 79,1% de la potencia instalada del país. En la zona del Norte Chico, ha habido un gran desarrollo de la energía eólica, siendo un ejemplo el Parque Talinay (Región de Coquimbo) que, con una inversión de más de 1.200 millones de USD, será el parque eólico más grande del mundo, con una capacidad de generación de 1.000 MW.

El Sistema Eléctrico de Aisén sirve a la región del mismo nombre, en la zona austral del país. Abarca una superficie de 108.494 km^2, con una capacidad instalada en enero de 2016 de 52 MW. De ese total, el 53% correspondió a energía termoeléctrica, el 43,3% a centrales hidráulica de pasada y el 3,8% a energía eólica. Este sistema representa el 0,26% del total de la potencia instalada del país. El Sistema Eléctrico de Magallanes, que abastece a Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir, abarca una superficie de 38.400 km^2. A enero 2016 tuvo una capacidad instalada de 102 MW, equivalente al 0,5% de la capacidad total del país. La totalidad de la energía generada por este sistema es termoeléctrica (diésel y gas natural).

Por último, existen otros dos sistemas menores de generación eléctrica, uno para Isla de Pascua y otro para un sector remoto de la Región de Los Lagos, que generan 4 y 6 MWH, respectivamente (CNE, 2016); estos sistemas cubren sectores aislados del territorio.

La generación eléctrica de Chile es similar a la mundial, con la excepción de que hay un mayor componente hidroeléctrica y un menor de gas natural (Figura 1-32). En Chile no se ha implementado la energía nuclear por una decisión de carácter político, fundamentada principalmente en el riesgo de accidentes catastróficos en centrales nucleares por eventos sísmicos extremos, como el ocurrido en Fukushima (Japón) el año 2011.

Figura 1-32. Generación eléctrica en Chile, comparada con el promedio mundial



Fuente: elaborada con datos de MINENERGIA (2015)

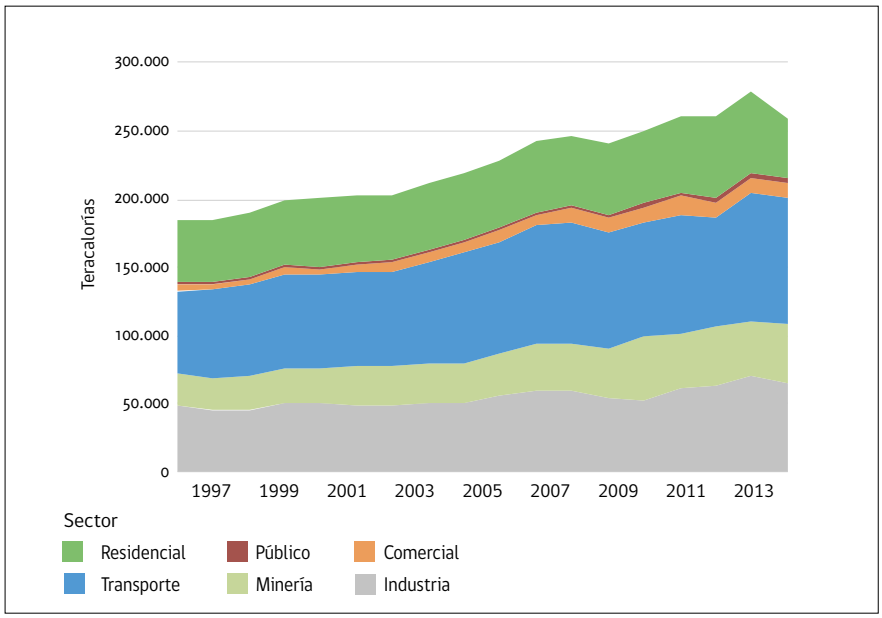
Finalmente, cabe mencionar que en 2009 las ERNC tuvieron un peso específico del 6,4% de la electricidad distribuida por el SIC y SING, cifra muy alejada de la de países europeos como Dinamarca (35,3%), España (19,4%), Suecia (11,7%) y Alemania, que espera tener al año 2022 el 80% de su energía eléctrica basada en ellas. Al 2015, las ERNC generaron el 11,48% de la electricidad en el país y se espera que su participación llegue al 60% para el año 2050 (MINENERGÍA, 2015).

Cobertura eléctrica y demanda energética

La cobertura eléctrica fue del 99% en 2015; sin embargo, existen desigualdades en el país, ya que las regiones australes tuvieron una cobertura rural menor al 90% en el año 2010, mientras que a nivel nacional se llegó al 96,1%.

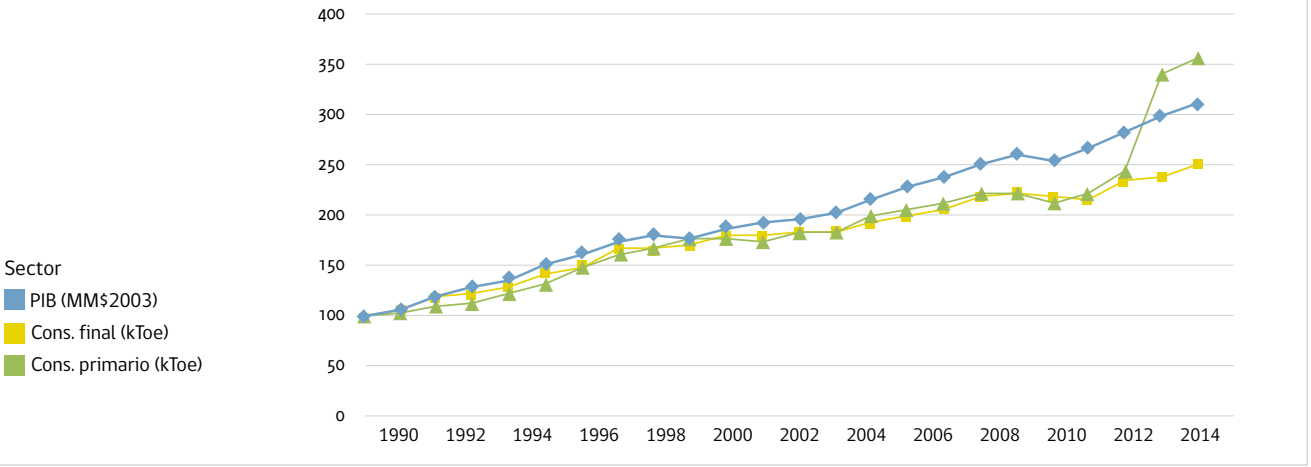
La demanda energética está determinada por el consumo final de tres grandes sectores: i) transporte, ii) industrial y minero, y iii) comercial, público y residencial (CPR). Como se observa en la Figura 1-33, los sectores "transporte" e "industrial y minero" son los que han aumentado en medida entre los años 1997 y 2014. El año 2014, la industria y la minería consumieron el 43,2% del total de electricidad producida (42,5% correspondiente a petróleo, 31% a hidroelectricidad, 18,8% a biomasa y 7,5% a carbón y biomasa); ese mismo año, el sector transporte consumió un 35,7% del total producido (98,7% por derivados del petróleo y 1,3% por electricidad y gas natural). Por su parte, el sector CPR consumió el 21,1% del total (33,8% de hidroelectricidad, 31,1% de biomasa, 23,6% petróleo, 11% de gas natural y 0,6% de carbón y biogás) (CNE, 2015).

Figura 1-33. Consumo sectorial de electricidad en el período 1997-2014 (Teracalorías)



Fuente: MINENERGIA (2015)

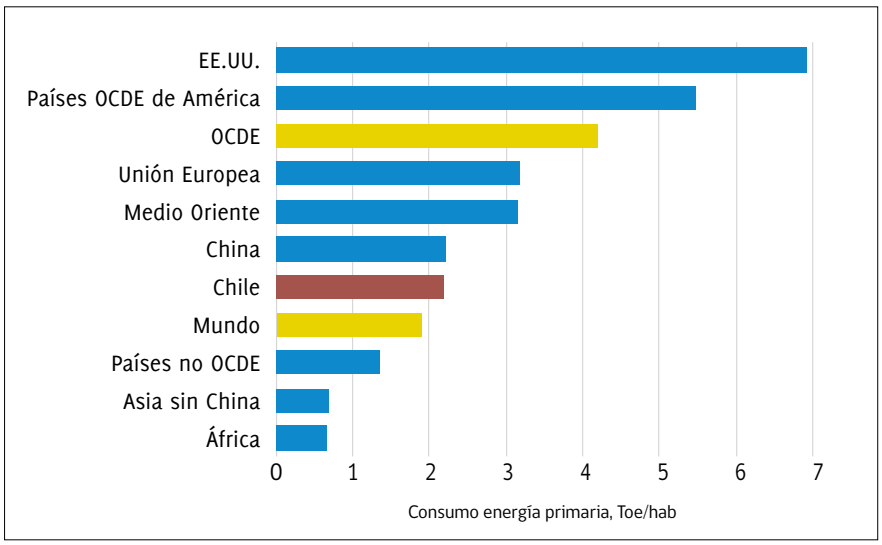
Figura 1-34. Consumo final, primario y PIB de Chile, 1990-2014



Fuente: elaborada con datos de CNE (2016)

Como se aprecia en la Figura 1-34, el consumo final de energía se ha incrementado a la par del PIB nacional, llegando en 2013 a 249,73 (kToe[14]). La tendencia internacional apunta a buscar un desacople entre crecimiento económico y consumo energético mediante una mayor eficiencia energética. En el caso chileno, este desacople ha sido mayor en el último período producto de las medidas de eficiencia introducidas en el sector y de los elevados precios de la energía, que han conducido a un uso más racional de la misma.[15] El consumo de energía por habitante alcanzó a 2,19 (Toe/habitante), valor bajo si se compara con el promedio de los países OCDE (4,2 Toe/habitante), pero superior al promedio mundial (1,9 Toe/habitante) (Figura 1-35).

Figura 1-35. Consumo de energía primaria por habitante en el 2013 (Toe[16]/hab), comparación OCDE



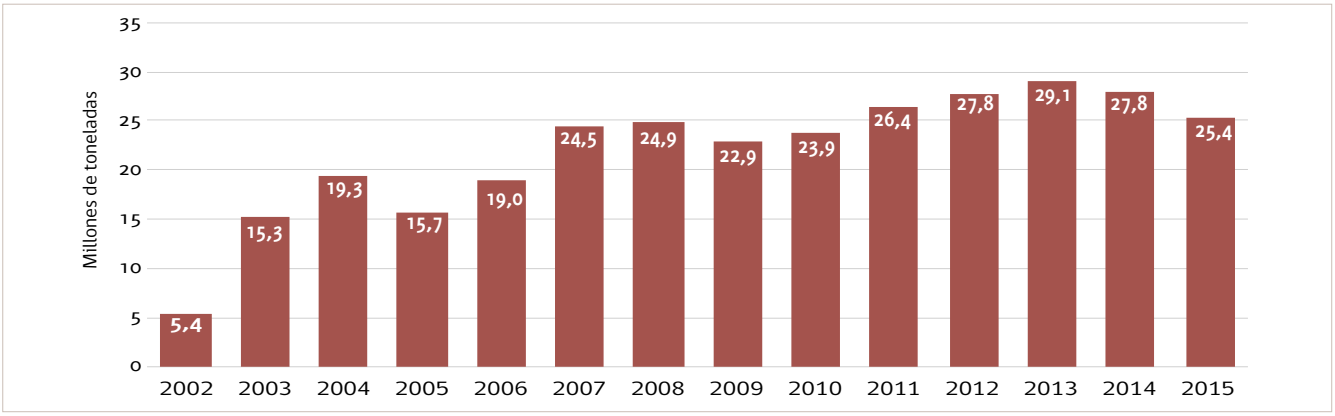
Fuente: Elaborado con datos de la IEA (2015)

Los hidrocarburos son una importante fuente de energía primaria en Chile, cuya importación presenta una tendencia al aumento desde el año 2002 al 2015 (Figura 1-36). Al 2014, Chile importó más del 90% de sus requerimientos fósiles para consumo energético.

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 de sus ventajas comparativas y el desarrollo de sus ventajas competitivas (ODEPA, 2005). En la Figura 1-37 se presenta la evolución de las exportaciones silvoagropecuarias entre los años 2005 y 2014.

Figura 1-36. Importación de hidrocarburos, período 2002 a 2015

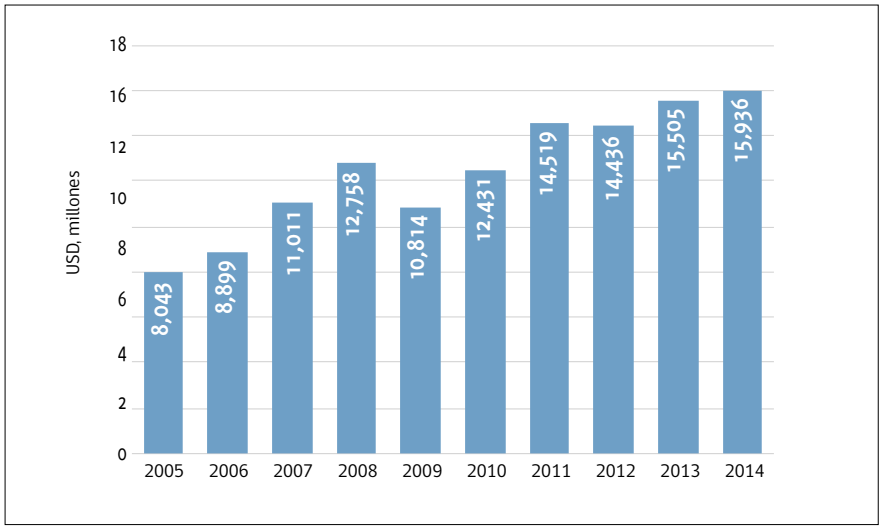


Fuente: Elaborado a partir de CNE (2016)

14 KToe: kilotoneladas de equivalente a petróleo.
15 El quiebre de tendencia en el consumo primario, entre los años 2011 y 2012 se explica por un cambio metodológico en la contabilidad de la producción de leña para el Balance Nacional de Energía (BNE).
16 Toneladas equivalentes a petróleo.

El sector agroalimentario se ha constituido en uno de los pilares del desarrollo económico; en muchos rubros tiene hoy relevancia internacional. En 2014, la celulosa, la uva de mesa, el vino y las manzanas representaron el 39% de las exportaciones silvoagropecuarias totales. Además, algunos productos han tenido una expansión de gran magnitud en el período, como las frutas congeladas (689%), las cerezas (599%) y las nueces de nogal sin cáscara (569%) (ODEPA, 2015).

Figura 1-37. Evolución de las exportaciones silvoagropecuarias chilenas, en millones de USD



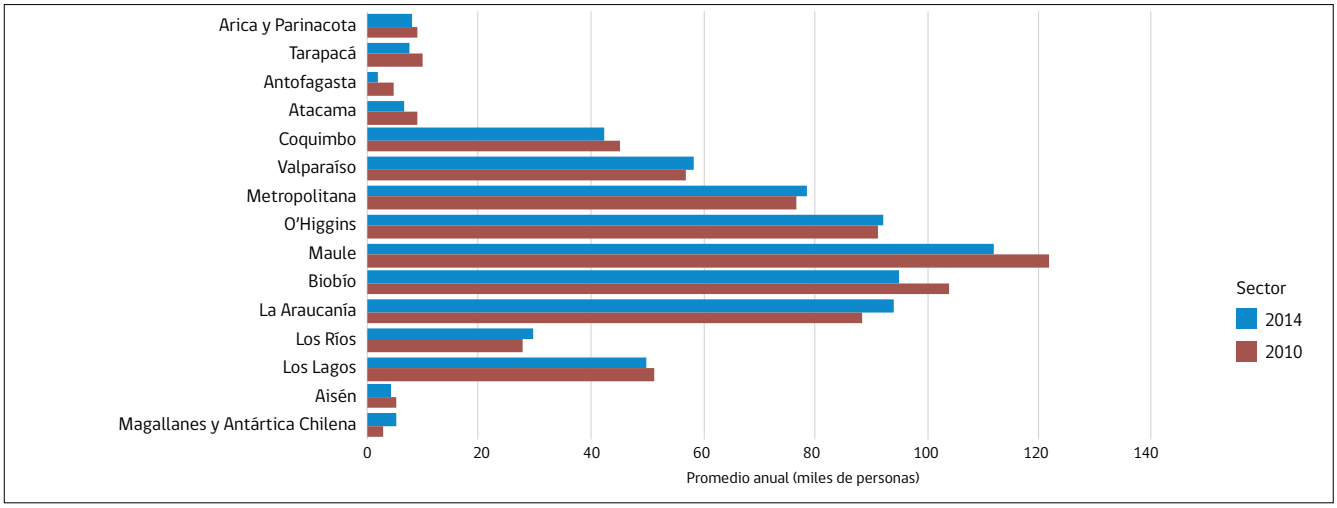
Fuente: ODEPA (2015)

La superficie agrícola representa cerca del 4,1% del territorio nacional y está concentrada en la zona central. La superficie cultivable es de aproximadamente 3,3 millones de hectáreas, de las cuales cerca de 1,1 millones se encuentran bajo riego. 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 permanentes —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 la CONAF (2016), en 2016 el sector forestal alcanzó una superficie de 17,5 millones de hectáreas, de las cuales 14,3 millones correspondieron a bosque nativo, 3 millones a plantaciones forestales y 0,2 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 los años 2010 y 2014 se presenta en la

Figura 1-38. Población trabajadora en el sector silvoagropecuario, por región



Fuente: INE (2015a)

Figura 1-38. Se ve claramente que está concentrada en las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía y O'Higgins (65,8% de la población trabajadora del sector).

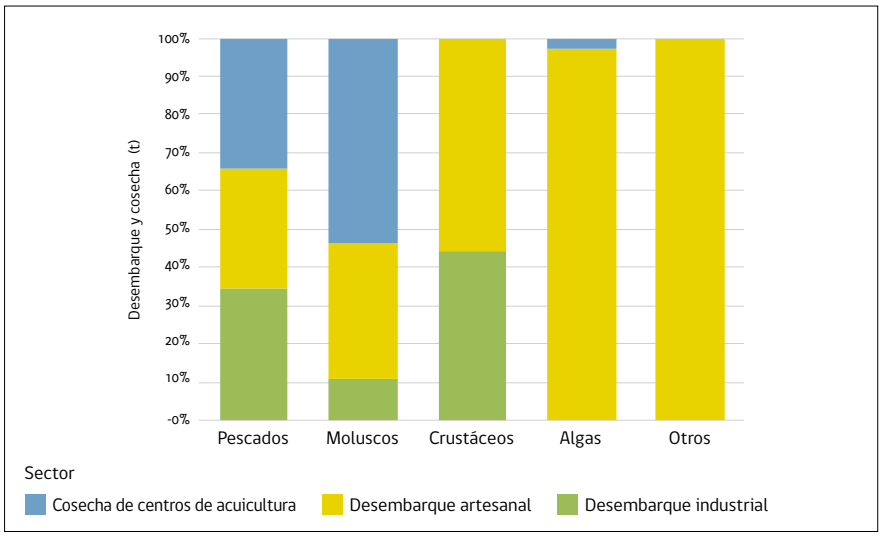
2.2.3 Acuicultura y pesca

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 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.

La acuicultura ha venido creciendo en los últimos años, asociándose su principal producción al salmón, seguido por la trucha arcoíris. En los últimos años, la producción de salmón se ha visto afectada negativamente por diversas condiciones, como han sido el virus de anemia infecciosa del salmón (ISA) y la incidencia de microalgas que producen anoxia en los peces. Los desembarques según tipo de origen se presentan en la Tabla 1-12. El desembarque de cada producto (Figura 1-39) muestra que la acuicultura se centra principalmente en los pescados y moluscos, en tanto que la extracción artesanal se especializa en crustáceos, algas y otros productos.

Mehuín, Carolina Millaqueo.

Figura 1-39. Desembarque o cultivo para cada producto, según origen



Fuente: ODEPA (2014)

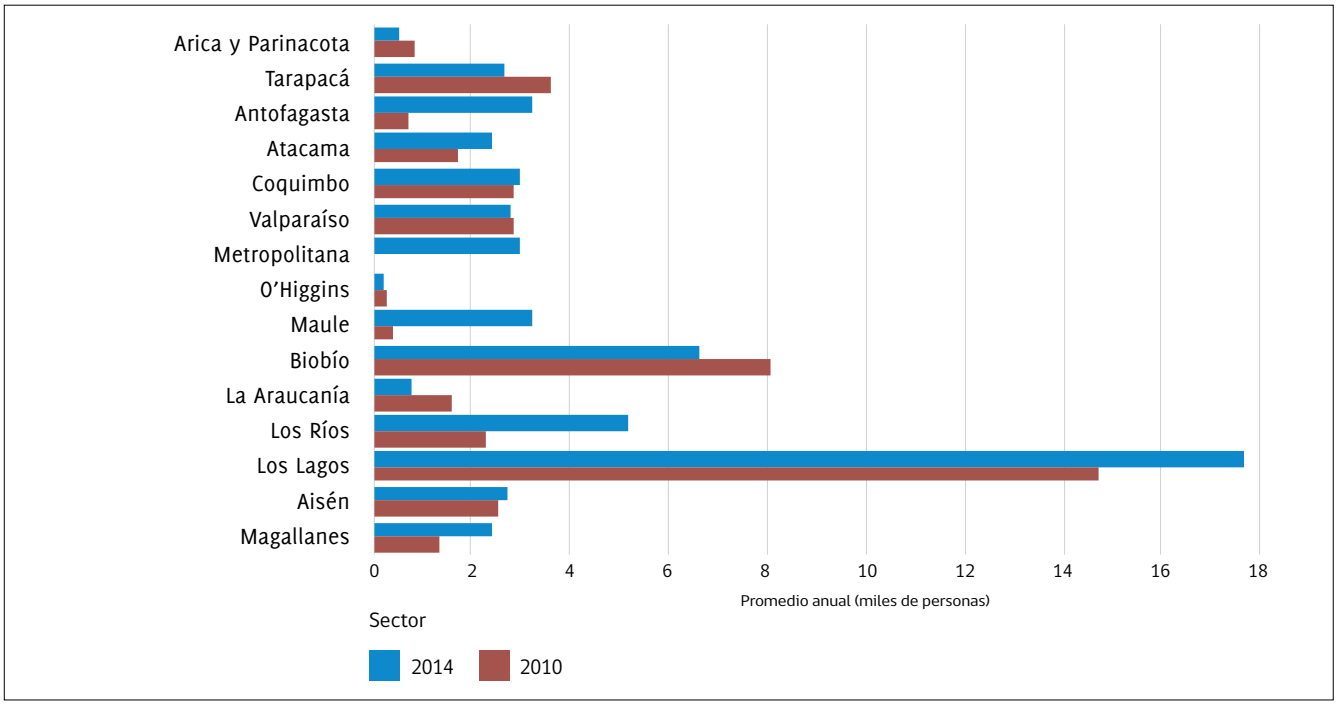
Al 2014, la población trabajadora de este sector se concentró principalmente en la Región de Los Lagos, seguida de lejos por las regiones del Biobío y Los Ríos (Figura 1-40).

Tabla 1-12. Desembarque de productos acuícolas y pesqueros según origen y tipo

Tipo de desembarque	Desembarque y cosecha (ton)					
	Total	Pescados	Moluscos	Crustáceos	Algas	Otros
Total	**3.751.338**	**2.795.015**	**461.309**	**30.549**	**430.167**	**34.298**
Cosecha de centros de acuicultura	1.214.439	955.182	246.421	-	12.836	-
Desembarque artesanal	1.507.214	874.950	163.681	16.954	417.331	34.298
Desembarque industrial	1.029.685	964.883	51.207	13.595	-	-

Fuente: ODEPA (2014)

Figura 1-40. **Población trabajadora en el sector pesquero y acuícola según región**



Fuente: INE (2015a)

San Juan de la Costa, Paulina Ros Arriagada.

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,[17] 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).

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 que depende de las corrientes oceanográficas, de la temperatura del mar y/o de la luminosidad, no es posible prever su comportamiento; sin embargo, se ha observado que este fenómeno está aumentando su intensidad y ampliando su cobertura geográfica.

17 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.

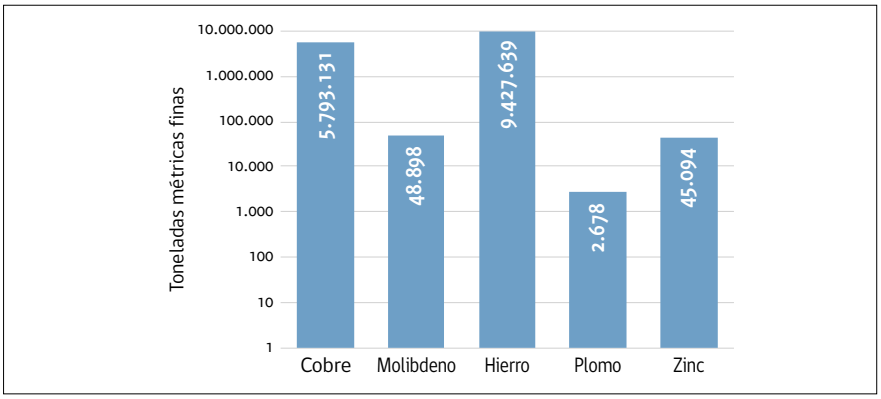
2.2.4. Minería

Chile cuenta con grandes reservas de minerales, a tal punto que es el primer productor mundial de cobre. En la minería metálica destaca la producción de hierro, cobre, molibdeno, plomo y zinc (Figura 1-41); de estos, los de mayor interés económico son el cobre y el molibdeno (este último, subproducto de la obtención de cobre). Gracias a esta abundancia, la minería ha sido por varias décadas la principal actividad económica del país.

Por otro lado, en la producción de productos no metálicos destacan el cloruro de sodio, el carbonato de calcio y los compuestos de azufre (Figura 1-42).

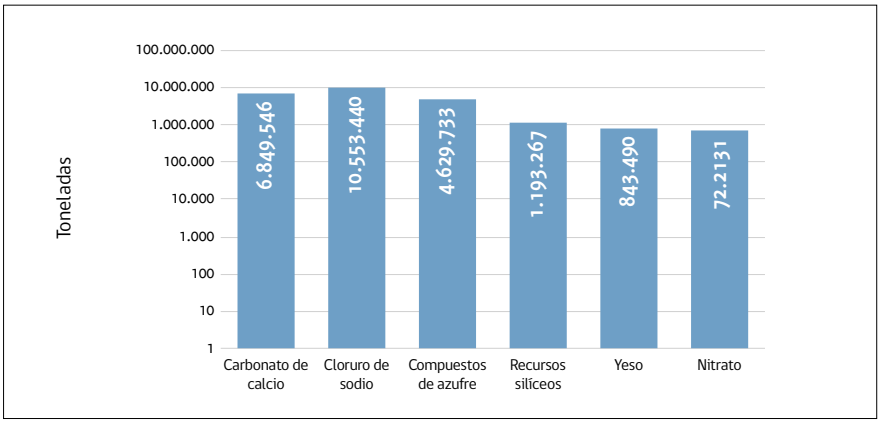
La propiedad de la minería del cobre se encuentra compartida entre empresas privadas y empresas del Estado. Destaca la empresa estatal autónoma CODELCO (Corporación Nacional del Cobre), la principal empresa productora de cobre en el mundo. El cobre se extrae generalmente en las regiones del norte de Chile, principalmente en la Región de Antofagasta (Figura 1-43).

Figura 1-41. Extracción de minerales en toneladas métricas finas, al año 2015



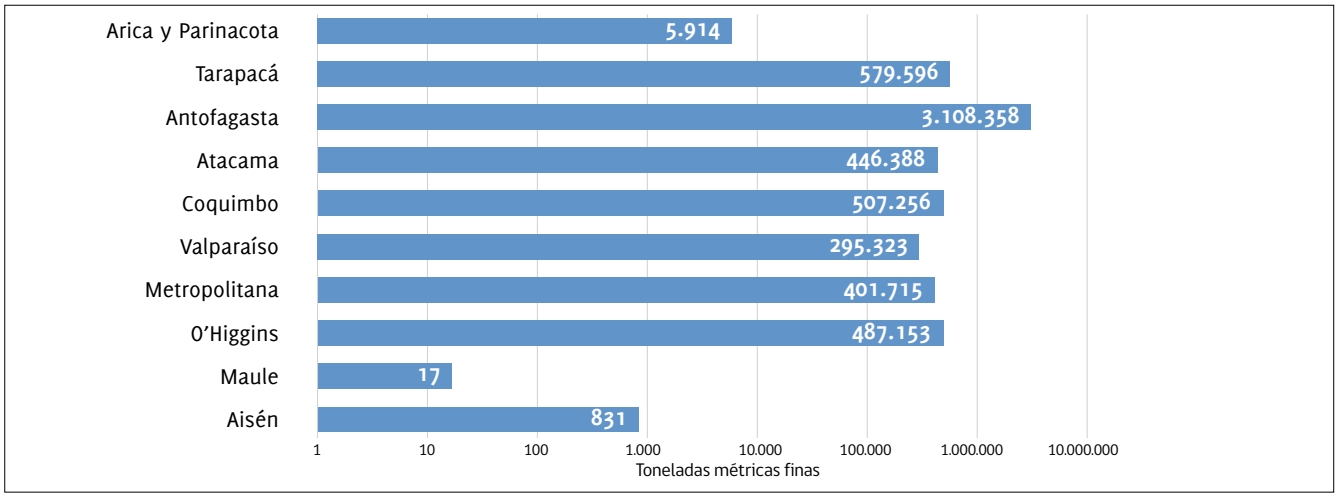
Fuente: Elaborado a partir de datos de INE (2015a)

Figura 1-42. Producción de compuestos no metales en toneladas, al año 2015



Fuente: Elaborado a partir de datos de INE (2015a)

Figura 1-43. Producción de cobre por región administrativa, en toneladas métricas finas, 2015



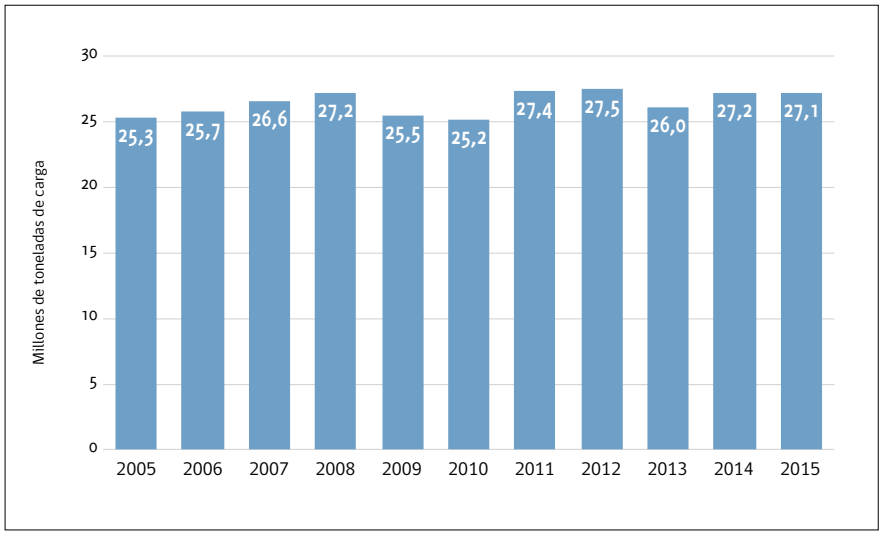
Fuente: Elaborado con datos de COCHILCO (2015)

2.2.5. Transporte

El parque automotor en Chile se caracteriza por su alta proporción de vehículos particulares. En la mayoría de las regiones, los vehículos de carga superan a los vehículos colectivos (Figura 1-44).

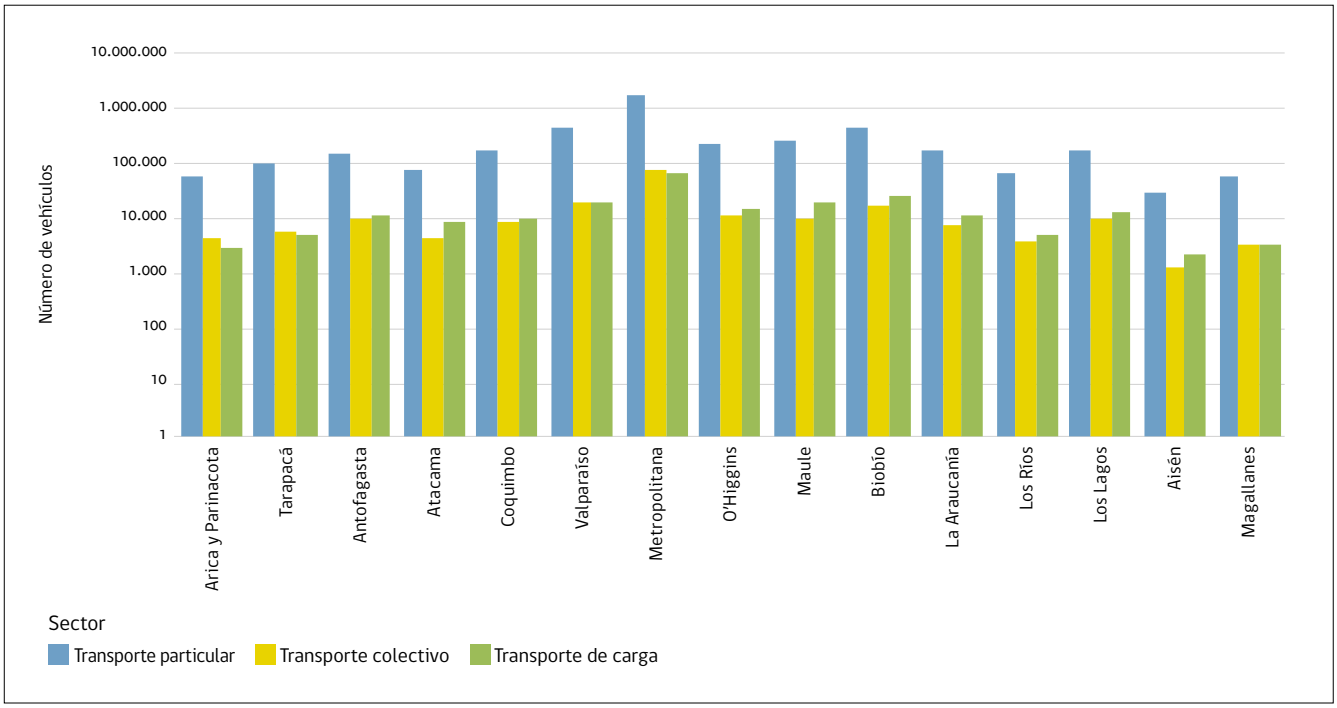
El transporte anual de carga ferroviaria demuestra cierta estabilidad, aunque se observan diferencias entre los montos movilizados cada año (Figura 1-45). Del total de carga transportada, el 58% corresponde a granel sólido, el 21% a carga fraccionada, el 17% a granel líquido y el 4% restante a carga contenedorizada.

Figura 1-45. Carga anual movilizada por transporte ferroviario



Fuente: Elaborado con datos de MTT (2015)

Figura 1-44. Parque automotor según región administrativa de Chile



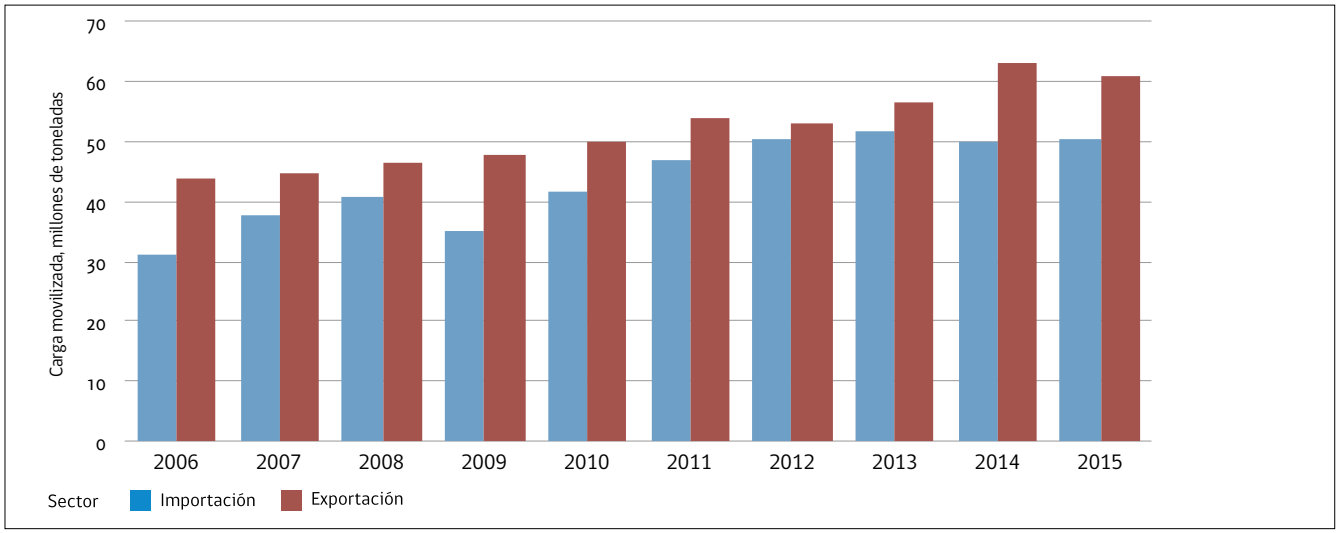
Fuente: Elaborado con datos de INE (2015a)

Entre 2006 y 2015, el transporte de carga marítimo movilizó más carga de exportación que de importación (Figura 1-46).

Por último, entre 2014 y 2015 el transporte aéreo de pasajeros creció 5,3%, lo que se debió al crecimiento del 11,1% del transporte internacional de pasajeros (Tabla 1-13). Por su parte, el movimiento aéreo de carga bajó 8,1% debido fundamentalmente a la baja experimentada por el transporte internacional de carga. Lo mismo que ocurrió con el transporte marítimo, para el que la carga que sale del país tiende a ser 50% mayor que la que ingresa.

Tránsito Santiago, MMA.

Figura 1-46. Carga anual movilizada por vía marítima



Fuente: Elaborado a partir de datos de DIRECTEMAR (2016)

Tabla 1-13. Movimiento de pasajeros y carga por transporte aéreo, años 2014 y 2015

Ítem	Tipo	2014			2015			Unidad
		Llegan	Salen	Total	Llegan	Salen	Total	
Pasajeros	**Nacional**			**9.813.590**			**9.898.114**	**personas**
	Internacional	3.769.302	3.658.407	7.427.709	4.169.571	4.085.857	8.255.428	
Carga	**Nacional**			**26.741,2**			**25.024,6**	**toneladas**
	Internacional	106.081,3	162.557,4	268.638,7	100.509,9	145.800,8	246.310,8	

Fuente: Elaborada con datos de JAC (2015)

2.3. Resumen

Tabla 1-14. Consolidación de la información nacional incluida en este capítulo

Información		Fuente
Geografía y población		
Superficie:		
Superficie total	2.006.096 km^2	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Superficie sudamericana	755.915 km^2	
Superficie oceánica (Isla de Pascua)	181 km^2	
Usos de la tierra:		
Áreas de uso agrícola	4,4%	Corporación Nacional Forestal (CONAF)[1]
Bosques nativos	18,9%	
Plantaciones forestales y bosques mixtos	4,2%	
Praderas y matorrales	27,1%	
Áreas urbanas e industriales	0,5%	
Áreas desprovistas de vegetación	32,5%	
Áreas marinas protegidas	45.111,4 mil ha	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE)	14.630,5 mil ha	
Población:		
Población año 2010	17.066.142 personas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Hombres año 2010	8.447.879 personas	
Mujeres año 2010	8.618.263 personas	
Población año 2016 (estimada)	18.191.884 personas	
Hombres año 2016 (estimada)	9.003.254 personas	
Mujeres año 2016 (estimada)	9.188.630 personas	
Población año 2020 (estimada)	18.896.684 personas	
Población año 2050 (estimada)	20.204.779 personas	
Población rural año 2015	12,7%	
Población indígena año 2013	1.565.915 personas	Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)
Población mapuche año 2013	1.321.717 personas	
Población aimara año 2013	120.621 personas	
Población migrante año 2013	354.581 personas	
Desarrollo social:		
Esperanza de vida año 2015	79,1 años	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Mortalidad infantil año 2013 (por cada mil nacidos vivos)	7,0	
Tasa de alfabetización año 2012	98,9%	UNICEF
Población urbana conectada a alcantarillado año 2014	96,7%	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Población urbana con suministro de agua potable año 2014	99,9%	
Aguas servidas tratadas en plantas de tratamiento año 2014	99,9%	

[1] *Respecto de la superficie sudamericana y oceánica.*

Información		Fuente
Índice de Desarrollo Humano año 2014	0,832	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Población en pobreza extrema año 2015	3,5%	Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)
Población en pobreza año 2015	11,7%	
Delta entre 10% más rico y 10% más pobre año 2015	27,2	
Coeficiente de Gini año 2015	0,482 / 0,495	
Actividad económica		
PIB año 2015	240.215,7 millones USD	Banco Mundial
PIB per cápita, año 2015	22.316 USD	
Crecimiento del PIB al 2016 estimado	1,9% anual	
Crecimiento del PIB al 2018 estimado	2,3% anual	
Exportación de materias primas año 2015	43,7% de exportación total	
Exportación de bienes y servicios año 2015	30.1% PIB	
Balanza comercial año 2014	USD 3.515 millones	Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON)
Exportaciones mineras año 2014	54,2% de exportación total	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2014	7,6% de exportación total	
Exportaciones industriales año 2014	38,2% de exportación total	
Energía:		
Fuentes no renovables en matriz eléctrica año 2015	55,9%	Comisión Nacional de Energía (CNE)
Capacidad de producción de electricidad año 2015	20.375 MW	Ministerio de Energía (MINENERGIA)
Hidroelectricidad en la matriz eléctrica año 2015	34%	
ERNC año 2015	11,48%	
ERNC proyectada año 2050	60%	
Cobertura eléctrica nacional año 2015	99,0%	
Cobertura eléctrica rural	96,1%	
Agricultura y Silvicultura:		
Exportaciones silvoagropecuarias año 2013	USD 15.505 millones	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)
Exportaciones silvoagropecuarias año 2014	USD 16.042 millones	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2015	USD 14.691 millones	
Superficie cultivable año 2015	3,3 millones ha	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Superficie bajo riego año 2015	1,1 millones ha	
Superficie forestal año 2016	17,5 millones ha	
Superficie bosque nativo año 2016	14,3 millones ha	
Superficie plantaciones forestales año 2016	3 millones ha	
Superficie plantada año 2014	4.500 ha	
Superficie replantada	94.000 ha	
Número de trabajadores año 2010	685,5 mil prs	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2014	703,6 mil prs	

Información		Fuente
Acuicultura y Pesca:		
Cosecha de centros de acuicultura año 2014	1.214,44 mil t	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)
Desembarque artesanal año 2014	1.507,21 mil t	
Desembarque industrial año 2014	1.029,69 mil	
Producción de pescados año 2014	74,5%	
Producción de moluscos año 2014	12,3%	
Producción de algas año 2014	11,5%	
Número de trabajadores año 2010	61,6 mil prs	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2014	43,9 mil prs	
Minería:		
Extracción de hierro año 2015	9.427,6 mil t métricas finas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Extracción de cobre año 2015	5.478,0 mil t métricas finas	
Producción de cloruro de sodio año 2015	10.553,4 t	
Producción de carbonato de calcio	6.849,5 t	
Producción de compuestos de azufre	4.629,7 t	
Transporte:		
Parque del transporte particular año 2015	4.063.153 unidades	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Parque del transporte colectivo año 2015	188.552 unidades	
Parque del transporte de carga año 2015	216.745 unidades	
Residuos:		
Residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final año 2010	5.935,7 mil t	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final año 2014	6.866,2 mil t	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Aguas servidas tratadas con lodos activados año 2014	59,0%	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Aguas servidas tratadas con lagunas aireadas año 2014	19,8%	
Aguas servidas dispuestas por emisarios subterráneos año 2014	11,7%	

Fuente: MMA

3. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

3.1. Enfoque transversal

Desde que el tema del cambio climático entró en la agenda pública internacional, Chile ha mantenido una actitud proactiva hacia el tema del cambio climático, que se ha mantenido a través del tiempo y de las diferentes administraciones en el 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 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. Junto con ello, 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.

A nivel local, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y posteriormente el Ministerio del Medio Ambiente han liderado la coordinación de esfuerzos interministeriales. Al alero de esta coordinación, surgieron iniciativas como:

Punta Arenas, MMA.

- el Consejo Asesor de Agricultura y Cambio Climático, nominado por el MINAGRI (Decreto 87, publicado 20.06.2009), con representación de la academia (centros de investigación y universidades) y entidades públicas y privadas[18] y,
- el Comité Asesor sobre Cambio Climático, nominado por el MMA (Resolución 197 Exenta, publicada 17.05.2013), vigente hasta el día de hoy.

Se han generado acciones comunes con convenios internacionales 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 foco 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, que se encuentra en proceso de aprobación por parte del MINAGRI. Esta estrategia contempla elementos clave en el ámbito de la adaptación al cambio climático y la lu-

[18] *No opera desde el año 2011.*

cha contra la desertificación, la sequía y la degradación de la tierra. Al vínculo 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.

3.2. Compromisos previos al Acuerdo de París asumidos por Chile

Desde su incorporación en 1995 como Parte de la CMNUCC, Chile ha asumido diversos compromisos internaciones que han derivado en la necesidad de asumir también compromisos nacionales.

3.2.1. Internacionales

Inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). Junto con ratificar la CMNUCC, Chile asumió el compromiso de elaborar su primer inventario de gases de efecto invernadero (GEI), el que fue incorporado a la Primera Comunicación Nacional presentada a la secretaría de la CMNUCC el año 2000. El primer inventario nacional de gases de efecto invernadero informado correspondió al año 1994 y su elaboración fue externalizada a través de entidades universitarias y centros de investigación. En la actualidad, Chile se encuentra ad-portas de publicar la serie temporal 1990-2013 de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI) e incluirla en la Tercera Comunicación Nacional y en el Segundo Informe Bienal de Actualización (IBA).

Comunicaciones nacionales (CN). En la 2ª Conferencia de las Partes (COP 2), 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. Además de incluir el INGEI, el documento debía incorporar las políticas y medidas que el país hubiere desarrollado o tuviera pensado desarrollar para implementar la Convención, junto con datos científicos u otros relevantes que ayudaran a clarificar las tendencias globales de las emisiones. Además, se solicitó especificar sus prioridades de desarrollo, los objetivos y las circunstancias en las cuales se realizarían actividades relativas al cambio climático y sus impactos; asimismo, las Partes deberían informar de sus decisiones voluntarias, en orden de adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

En respuesta, Chile elaboró su Primera Comunicación Nacional el año 1999 y la presentó a la secretaría de la Convención al año siguiente. Como se puede leer en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA, 2011), "la presentación de la Primera Comunicación Nacional a la Conferencia de las Partes forma parte del compromiso del Gobierno de Chile de cumplir cabalmente su responsabilidad compartida pero diferenciada, tras haber ratificado y constituido en Ley de la República la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El firme propósito de implementar los diversos tratados internacionales ambientales asumidos por el país es parte medular de la Política Ambiental del Gobierno, lo que ha servido de impulso para elaborar los lineamientos estratégicos en materia de cambio climático, aprobados por los Ministros del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente a fines de 1998".

A fines del 2005, en respuesta al acuerdo suscrito en la 11° Conferencia de las Partes (COP11), celebrada en Montreal (Canadá), Chile asumió el compromiso de presentar su Segunda Comunicación Nacional, compromiso que fue cumplido el año 2011; en esta segunda comunicación, Chile incorporó una serie temporal de inventarios extendida entre los años 1984 y 2006 y entregó información sobre sus circunstancias nacionales, medidas de mitigación, y su vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Palacio de La Moneda, Camila González.

En concordancia con el acuerdo suscrito en el marco de la COP16, efectuada el año 2010 en Cancún (México), a contar del año 2016 Chile deberá presentar comunicaciones nacionales cada cuatro años; en la actualidad, Chile está elaborando su Tercera Comunicación Nacional, para presentarla a la Convención a fines del presente año.

Informes bienales de actualización (IBA). Además de las comunicaciones nacionales, en la COP16 también se acordó la entrega de Informes Bienales de Actualización (IBA) por 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 respuesta a lo acordado en la COP17, efectuada el 2011 en Durban (Sudáfrica), Chile presentó su primer IBA en diciembre de 2014, incluyendo una serie temporal de inventarios entre los años 1990 y 2010.

Debe relevarse el hecho que la propia Presidenta de la República, Michelle Bachelet, entregó personalmente el primer IBA de Chile a la secretaria ejecutiva de la CMNUCC, Christiana Figueres, el 10 de diciembre del 2014, en el marco de la COP20, celebrada en la ciudad de Lima (Perú). Chile fue el cuarto país en el mundo y el primero en Latinoamérica en cumplir con este compromiso.

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 —expuesto por la ministra del Medio Ambiente en ejercicio, en el marco de la COP15 efectuada el año 2009 en Copenhague (Dinamarca)— de reducir en un 20% las emisiones al año 2020, en un escenario *business as usual*[19] proyectado desde el año 2007, mediante la implementación de acciones de mitigación nacionalmente apropiadas. Este compromiso es conocido normalmente como el "compromiso 20-20".

Valle de la Luna.

3.2.2. Nacionales

En 2006, el Gobierno de Chile constituyó la primera comisión para crear una Estrategia Nacional de Acción de Cambio Climático, cuya meta fue elaborar 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) aprobó el primer Plan de Acción Nacional en Cambio Climático (PANCC) para el período 2008-2012, en el cual quedaron establecidos tres ejes principales: vulnerabilidad y adaptación, mitigación y fomento de capacidades.

El PANCC permitió articular un conjunto de lineamientos políticos por ejecutar por los organismos públicos competentes en materia de cambio climático y sus efectos adversos. En este sentido, destacó el necesario fortalecimiento de la institucionalidad prevista en dicho PANCC, cuyo objetivo fue coordinar la respuesta del país a los nuevos desafíos nacionales e internacionales derivados de esta problemática global. Paralelamente, el PANCC cumplió el rol de ser también una herramienta orientadora para el sector productivo, académico y los organismos no gubernamentales, en cuanto señaló las materias relevantes que debería asumir el conjunto de la sociedad para enfrentar los impactos derivados del cambio climático.

En lo que respecta a la mitigación, el lineamiento general fue propender hacia una economía baja en carbono, que contribuya al desarrollo sustentable de Chile y esté acorde a los

19 *Escenario normal, sin mediar acciones de mitigación.*

esfuerzos mundiales de reducción de emisiones; en consecuencia, se recomendó concentrar los esfuerzos en los sectores con mayores emisiones o capturas, como la generación de energía, el transporte, la minería y la actividad silvoagropecuaria.

Para el eje de vulnerabilidad y adaptación se llegó a la conclusión de que Chile es un país altamente vulnerable al fenómeno del cambio climático por tener áreas de borde costero de baja altura; áreas áridas, semiáridas y de bosques; ser susceptible a los desastres naturales; tener áreas propensas a la sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos. En consecuencia, se decidió que era imperativo tomar medidas en esta área.

Atardecer sobre cerros de Renca, Alberto Sironvalle.

Hoy día, los principales compromisos vigentes son los siguientes:

- **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022.** Su objetivo es establecer un instrumento de política pública que integre y oriente las acciones referidas al cambio climático. Por tanto, tendrá una visión transversal e integrada, tanto en lo que se refiere a la adaptación al cambio climático como a la mitigación de emisiones GEI y la creación y fomento de capacidades, orientando las medidas adoptadas hacia una economía baja en carbono.

- **Ley 20.698.** Esta ley, firmada en 2013, establece que para el año 2025 el 20% de la energía producida en Chile provendrá de fuentes renovables. Además, dota al Ministerio de Energía de un mecanismo de licitaciones para que, en caso de que las proyecciones anuales no lleguen a las metas propuestas, pueda generar nuevos proyectos de energías renovables.

- **Acciones tempranas de mitigación.** Chile asumió un conjunto de acciones de mitigación, consideradas "acciones tempranas de mitigación", que fueron más allá de los compromisos establecidos en la Convención para los países no Anexo I, ya que también confirmaron el compromiso nacional con la tarea de contribuir a los objetivos centrales de la Convención. Entre las principales acciones tempranas de mitigación están el Programa de Eficiencia Energética y la Ley 20.257 de fomento de las ERNC.

- **Adaptación al Cambio Climático.** En el tema de vulnerabilidad y adaptación, hasta la fecha ha consistido en generar una política nacional acorde a los pronósticos relacionados con la magnitud de los efectos adversos, especialmente los relativos a las actividades que dependen de los recursos naturales renovables (agricultura, silvicultura, acuicultura), al modelo de ocupación del territorio y adaptación de biodiversidad.

En la actualidad, Chile cuenta con los siguientes planes de adaptación:

- el "Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático", que ampara a todos los planes sectoriales y que fue aprobado el 1 de diciembre de 2014 por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS),

- el "Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario", aprobado en 2013 por el CMS, en ejecución,

- el "Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad", aprobado en 2014 por el CMS, en ejecución, y

- el "Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura", aprobado en 2015 por el CMS, también en ejecución.

3.3. Contribución prevista determinada nacionalmente (INDC) y el Acuerdo de París

Al término de la COP19, efectuada en 2013 en Varsovia (Polonia), se acordó llamar a todos los países firmantes de la Convención a presentar durante el año 2015 sus contribuciones nacionales determinadas —las INDC[20]— como paso previo y necesario para alcanzar un nuevo protocolo vinculante dentro del marco de la COP21, por efectuarse en París (Francia) en diciembre de 2015; el acuerdo debería tener la meta de frenar el ascenso de la temperatura planetaria promedio para que no exceda de los 2 °C para fines del presente siglo. Desde fines de 2014, el Gobierno de Chile trabajó en su Contribución, la que fue finalmente presentada en septiembre de 2015 a través de la intervención de la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, ante la Asamblea General de las Naciones Unidas. La contribución tentativa de Chile se sustenta en los siguientes cinco pilares: mitigación, adaptación, construcción y fortalecimiento de capacidades, desarrollo y transferencia de capacidades, y financiamiento.

3.3.1. Mitigación

Basado en el indicador "intensidad de emisiones en función del PIB", su finalidad es desacoplar el crecimiento económico de las emisiones GEI. Esta propuesta considera opciones de mitigación en sectores no UTCUTS[21] separadas de las del sector UTCUTS, a saber:

Coquimbo, MMA.

➔ Sectores no UTCUTS:

a) al 2030, reducir en un 30% las emisiones de GEI —expresadas en CO_2 equivalente— por unidad de PIB, con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

b) adicionalmente y condicionado a la obtención de aportes monetarios internacionales (grant), al 2030 aumentar la reducción de emisiones GEI por unidad de PIB hasta alcanzar una disminución de entre 35% y 45% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

➔ Sector UTCUTS, a partir de 2030:

- Chile se compromete al manejo sustentable y la recuperación de 100 mil hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de GEI en alrededor de 600 mil toneladas de CO_2 equivalente anuales; este compromiso fue condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.
- Chile se compromete a forestar 100 mil hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representarán capturas de entre 900 mil y 1,2 millones de toneladas de CO_2 equivalente anuales; este compromiso fue condicionado a la prórroga del Decreto Ley 701 y a la aprobación de una nueva Ley de Fomento Forestal.

20 Intended Nationally Determined Contribution.
21Usos de la Tierra, Cambios en el Uso de las Tierras y Silvicultura; en inglés, LULUCF (Land Use, Land Use Changes and Forestry).

3.3.2. Adaptación

Este eje, importante por la vulnerabilidad de Chile frente al cambio climático, se enfoca en la adaptación a los cambios de manera de minimizar las amenazas al desarrollo social y económico del país. Con el objetivo de disponer de las herramientas necesarias para enfrentar los impactos del cambio climático al 2021, Chile se propone cumplir con –al menos– las siguientes metas:

- Implementar acciones concretas para incrementar la resiliencia en el país, en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y de los planes sectoriales, desde una perspectiva descentralizada y que integre los esfuerzos de los distintos niveles de decisión (nacional, regional, municipal).
- Identificar fuentes de financiamiento para implementar dichos planes, en concordancia con lo señalado en el pilar de financiamiento de esta contribución.
- Crear sinergias con las iniciativas que se contemplen en materia de mitigación, y maximizar los beneficios provenientes de los pilares de desarrollo y construcción de capacidades, y de creación y transferencias de tecnologías incluidos en esta contribución.
- Fortalecer el marco institucional de la adaptación en Chile.
- Preparar métricas y mecanismos de medición de los planes sectoriales.

A partir del año 2021, Chile debe:

- Iniciar un segundo ciclo de planes sectoriales de adaptación al cambio climático, sobre la base de la experiencia obtenida a la fecha.
- Contar con un Plan Nacional de Adaptación actualizado.
- Desarrollar un ejercicio de evaluación nacional al 2026, a través de indicadores de vulnerabilidad y metodologías para determinar el aumento de la capacidad adaptativa de las personas, las comunidades y los sistemas que serán impactados por el cambio climático.

3.3.3. Construcción y fortalecimiento de capacidades

Este eje se justifica porque en Chile no existe una estrategia sistematizada para fortalecer las capacidades nacionales ante el cambio climático. En consecuencia, se propone:

- ➔ Elaborar, individualmente o en conjunto con otros países, modelos de proyección que Chile pueda difundir en el país e internacionalmente.
- ➔ Realizar seminarios en conjunto con aquellos países dispuestos a prestar apoyo para entrenamientos y capacitaciones a naciones que lo requieran, en lo que respecta a la preparación y comunicación de sus contribuciones nacionales tentativas, de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, de comunicaciones nacionales, de informes bienales de actualización y de acciones nacionales apropiadas de mitigación (NAMA).
- ➔ Crear instrumentos de fomento para la investigación y el desarrollo de capacidades a nivel nacional y subnacional, de modo de fortalecer la capacidad de respuesta de comunidades y gobiernos locales, y de robustecer la capacidad adaptativa nacional a través del desarrollo institucional y el fortalecimiento de las capacidades de aquellos grupos y sectores del país más vulnerables a los impactos del cambio climático.

3.3.4. Desarrollo y transferencia de tecnologías

Eje fundamental, ya que Chile requiere contar con una estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para enfrentar los desafíos que impone el cambio climático. Al año 2018, la estrategia para este eje incluirá al menos un análisis de línea de base sobre gasto e inversiones en tecnología, un mapeo de las necesidades y prioridades tecnológicas para enfrentar el cambio climático, y la identificación de elementos sinérgicos posibles de aprovechar para la implementación tecnológica destinada a la adaptación y mitigación del cambio climático.

3.3.5. Financiamiento

Chile debe contar con una estrategia financiera transversal para enfrentar los desafíos nacionales del cambio climático. Al año 2018, Chile comunicará una Estrategia Nacional Financiera transversal para hacer frente al cambio climático, que incluirá al menos i) un análisis periódico del gasto público en cambio

climático, tanto directo como indirecto, actualizable todos los años a partir de 2020; ii) una institucionalidad interna que permita gestionar y coordinar de manera óptima la relación con el Fondo Verde del Clima (FVC), la cual, desde una perspectiva multisectorial, estará a cargo de levantar y evaluar la cartera de proyectos financiables, entre otras funciones, e iii) instrumentos financieros específicos para la adaptación y las transferencias tecnológicas.

Así, Chile espera contar con una línea base sobre el financiamiento del cambio climático a nivel nacional y ser capaz de identificar y sistematizar los flujos financieros según su procedencia, gasto público y privado nacional e internacional y, eventualmente, según su ejecución.

3.4. Institucionalidad

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 es evidente que 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 dual, en el sentido de 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.

Las principales instancias del Estado que conforman la institucionalidad nacional en cambio climático, son:

- el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), que es la máxima instancia rectora,
- el MINREL, que tiene el rol de punto focal ante la CMNUCC y ante toda otra instancia internacional –multi o bilateral– vinculada con el tema del cambio climático; su acción en esta área es ejercida a través de la Dirección del Medio Ambiente y Asuntos Oceánicos (DIMA),
- el MMA, que ejerce el rol de punto focal técnico en el tema del cambio climático, tal como lo establecen las disposiciones legales vigentes,[22] a través del Departamento de Cambio Climático (DCC) radicado en la División de Calidad del Aire y Cambio Climático,
- una instancia de coordinación interministerial, correspondiente al Equipo Técnico Interministerial en Cambio Climático (ETICC), y
- unidades pertenecientes a los diversos Ministerios, que han asumido acciones directas dentro de este tema.

3.4.1. 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;[23] Energía; Obras Públicas; Vivienda y Urbanismo; Transportes y Telecomunicaciones; Minería, y Planificación.[24] 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.

22 La Ley 20.417 establece que "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".
23 Hoy Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
24 Hoy Ministerio de Desarrollo Social.

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.

3.4.2. 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". El cumplimiento de esta función recae en el Departamento de Cambio Climático (DCC), integrado a la División de Calidad del Aire y Cambio Climático del Ministerio.

Departamento de Cambio Climático (DCC)

El DCC es la entidad continuadora de la labor que, hasta el año 2014, recaía en la Oficina de Cambio Climático (OCC). Sus funciones son las siguientes:

Cuidemos el Agua.

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.

Para cumplir estas funciones, la DCC está estructurada sobre los siguientes ejes estratégicos:

- Inventario y medición de GEI: su finalidad es generar y actualizar los inventarios de emisiones y absorciones en Chile de los GEI de origen antropogénico no controlados por el Protocolo de Montreal. Con dicho objetivo, creó el Sistema Nacional de Inventarios GEI (SNICHILE), que coordina la acción de los equipos elaboradores de los inventarios nacionales de GEI, radicados en el MINAGRI, responsable del sector AFOLU (a través de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa), INFOR, INIA y CONAF), el Ministerio de Energía (MINENERGÍA), responsable del sector Energía, y el propio MMA, responsable de los sectores Procesos Industriales y Otros Productos y Residuos.
- Mitigación y estrategias de desarrollo baja en carbono: se aboca a cumplir los compromisos asumidos por el país en lo que respecta a la reducción de emisiones de GEI.
- Vulnerabilidad y adaptación: se encarga de avanzar en la comprensión de los impactos del cambio climático en el país considerando su alta vulnerabilidad y, además, de desarrollar procesos de adaptación al cambio climático.
- Educación y sensibilización climática: cumple con la labor de desarrollar actividades de apoyo a la difusión de la temática del cambio climático, más allá de las instancias de investigación, dirigiendo los esfuerzos a incorporar distintos sectores para hacer frente a esta problemática de manera conjunta.
- Negociación climática y participación internacional: encargada de la participación de la delegación de Chile en las negociaciones con la CMNUCC, aportando información y actuando como secretaría técnica.
- Arreglos institucionales: el objetivo de este eje es avanzar en el diseño e implementación de los arreglos institucionales que permitan enfrentar transectorialmente el problema del cambio climático.

En la actualidad, la DCC es la autoridad nacional designada (AND) del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y del Fondo de Adaptación y punto focal alterno[25] del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). Además, participa en redes de intercambio de información, como la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), el Programa de Cooperación Regional entre la Unión Europea y América Latina (EUROCLIMA), el Comité Científico para el Cambio Climático de la Alianza del Pacífico y el Instituto Interamericano para el Cambio Global (IAI). 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.

Otras divisiones y oficinas del MMA con relevancia climática

Actuando en coordinación con el DCC, varias divisiones y oficinas del MMA han asumido acciones específicas en el tema del cambio climático.

La División de Educación Ambiental ha incorporado el tema 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 de 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.

La División de Recursos Naturales, que implementa el Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Biodiversidad, ha integrado la temática en otras políticas y acciones, como la Estrategia Nacional de Biodiversidad, uno de cuyos objetivos es impulsar la adaptación al cambio climático a través de la protección y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

25 El punto focal titular es el subsecretario del Medio Ambiente. El Departamento de Normas de la División de Calidad de Aire y Cambio Climático está a cargo de los contaminantes climáticos de vida corta.

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.

La Oficina de Evaluación Ambiental Estratégica se ha encargado de incorporar elementos de cambio climático en la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de las políticas y planes de Gobierno y de incluir el tema en el Nuevo Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental de Proyectos. La Oficina de Asuntos Internacionales coordina la agenda de cooperación y aporta también en los procesos de negociación relacionados con el cambio climático. La Oficina de Residuos y Gestión del Riesgo colabora con el DCC en la elaboración del inventario de gases de efecto invernadero del sector Residuos.

3.4.3. Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL)

Las acciones en el tema de cambio climático están radicadas en la DIMA, que es la unidad responsable de coordinar la posición de Chile en las negociaciones de la CMNUCC, buscando que el país sea reconocido como actor relevante y constructivo en las negociaciones sobre el cambio climático.

La DIMA vela por el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Chile. También administra y coordina los acuerdos de gestión e instrumentos multilaterales con incidencia en el medio ambiente y en temas marítimos. Consta de cuatro departamentos, todos ellos con relevancia en la temática de cambio climático, a saber: Medio Ambiente, Recursos Naturales, Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, y Asuntos Oceánicos.

Cabe indicar que la Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON) coordina las Mesas Bunkers Fuels, Transporte Aéreo y Marítimo. El objetivo de estas mesas 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.

3.4.4. Instancia de coordinación

Los instrumentos articuladores de la política chilena en temas de cambio climático han sido a la fecha el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014) y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.

Los dos últimos planes presentan una estructura operativa de gobernanza para el sector público. El manejo transversal e interministerial en materia de cambio climático se canaliza a través del ETICC, creado en 2015 y coordinado por el DCC, cuyos integrantes son los puntos focales ministeriales de cambio climático nominados por sus respectivas carteras ministeriales. En las regiones, el tema se instala a través de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), presididos por el Gobierno Regional, con participación de las Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI), los municipios y los representantes de los Consejos Consultivos Regionales (Figura 1-47).

Torres del Paine, Karina Bahamonde.

3.4.5. Acciones de otros Ministerios

Ministerio de Hacienda

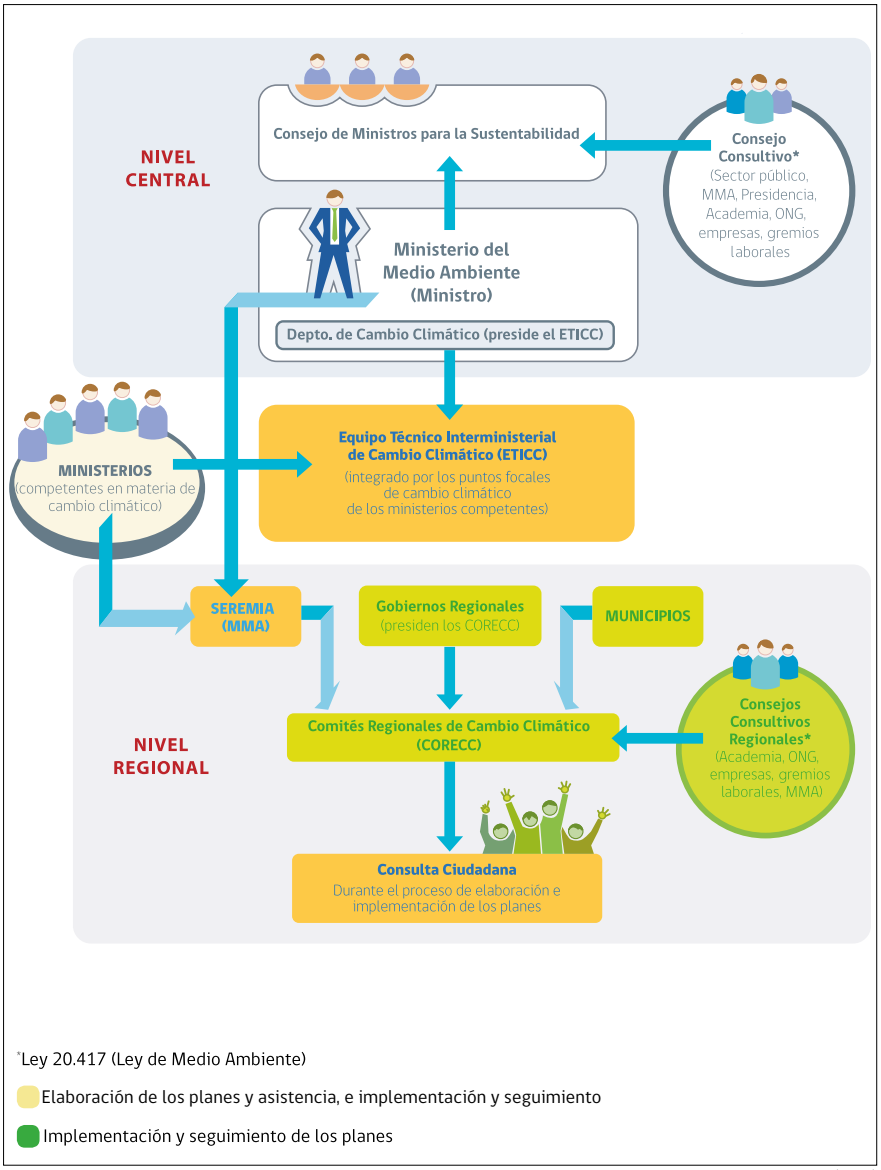
Un hito en el fortalecimiento de la gobernanza y financiamiento para enfrentar el cambio climático fue la designación del Ministerio de Hacienda como Autoridad Nacional Designada (AND) del Fondo Verde del Clima por parte del CMS y, en esta misma instancia, la creación de una Secretaría Técnica compuesta por los Ministerios de Hacienda, Relaciones Exteriores y Medio Ambiente.

La AND, el punto de comunicación y coordinación entre el Fondo Verde del Clima y el país, cuenta con la facultad exclusiva de entregar una carta de no objeción a los proyectos postulados por Chile y a las agencias locales con intención de acreditarse para este fondo. La Secretaría Técnica, en tanto, está encargada de la gestión y evaluación local de postulaciones, velando por que las propuestas estén alineadas con las prioridades nacionales, entre otros aspectos.

Además, desde el año 2012 a la fecha, el Ministerio de Hacienda participa en calidad de miembro alterno permanente del directorio del Fondo Verde del Clima, en el que ocupa una de las veinticuatro sillas disponibles junto a México, Argentina y Perú, hasta fines de 2018. El directorio se encarga de acreditar a las entidades, de aprobar los proyectos/programas que se postulen y de definir las directrices estratégicas que guiarán las acciones del fondo.

Actualmente, el Ministerio de Hacienda está ejecutando el Programa de Apoyo Preparatorio (Readiness) del Fondo, que incluye el diseño de su institucionalidad nacional, así como la elaboración de un Programa-País para la identificación de los desafíos y prioridades nacionales de financiamiento del cambio climático con una visión de largo plazo, que permita fortalecer la ejecución de estrategias y planes de cambio climático existentes. De esta forma, el país avanza en el cumplimiento de sus compromisos internacionales asumidos en materia de cambio climático.

Figura 1-47. Estructura operativa para la implementación de la política nacional en cambio climático



Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014)

En la reunión del directorio de junio de 2016, Chile obtuvo su primera aprobación de financiamiento, correspondiente a un crédito a privados por un monto de US$49 millones, como parte de una inversión total de US$265 millones. El proyecto tiene como objetivo avanzar hacia una matriz de generación eléctrica más limpia y sustentable, gracias a la construcción de una planta solar fotovoltaica en Tarapacá, con una capacidad instalada estimada de 147 MW, la cual permitirá reducir cerca de 200.000 toneladas de CO_2 al año.

Ministerio de Energía (MINENERGÍA)
Uno de los principales avances del MINENERGÍA se refiere a la política energética adoptada con miras al año 2050, que está basada en cuatro pilares: seguridad y calidad de suministro, energía como motor de desarrollo, compatibilidad con el medio ambiente, y eficiencia y educación energética.

Los pilares compatibilidad con el medio ambiente, y eficiencia y educación energética son fundamentales para afrontar el cambio climático. El primero supone impulsar un desarrollo basado en la expansión significativa de una matriz energética de base renovable y abordar los impactos ambientales de la generación energética. Uno de los objetivos más destacables de esta política energética es llegar a tener el 60% de energías renovables para el 2035 y al menos el 70% para el 2050. En cuanto al segundo, eficiencia y educación energética, el principal objetivo es que los sectores más consumidores usen eficientemente la energía y que, para el 2050, toda nueva construcción cumpla con los estándares OCDE de construcción eficiente.

Al alero del MINENERGÍA se encuentran las siguientes entidades:

- **Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES):**[26] creado el año 2009 con el nombre de Centro de Energías Renovables (CER), este organismo —dependiente de la CORFO— se encuentra bajo la dirección del MINENERGÍA y debe apoyar en el diseño, la implementación y la evaluación de proyectos estratégicos en energías sustentables. Se enfoca en desarrollar e impulsar medidas gubernamentales que faciliten y aceleren la adopción de energías sustentables en procesos productivos y en otras áreas de la sociedad civil, de modo que haya ventajas competitivas en la incorporación de energías sustentables (CIFES, 2016).

- **Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE):** creada en 2010, participan en ella los Ministerios de Energía, de Transporte y Telecomunicaciones (MTT), y de Vivienda y Urbanismo (MINVU), además de entidades del mundo privado y académico. Su principal misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía, articulando a los actores relevantes a nivel nacional e internacional, e implementando iniciativas público privadas en los distintos sectores de consumo energético, con el objeto de contribuir al desarrollo competitivo y sustentable del país (AChEE, 2016).

- **Alianza de Preparación para los Mercados de Carbono (PMR[27]):** iniciativa creada el 2010 por el Banco Mundial. A través de financiamiento y asistencia técnica, busca la exploración, desarrollo y uso de instrumentos de precios al carbono de los países que se vean beneficiados. Apoya la reducción costo-efectiva de la emisión de GEI, con instrumentos como el impuesto al CO_2, sistemas de transacción de emisiones y acciones de mitigación. El MINENERGÍA se incorporó a esta alianza en 2011 y, a comienzos de 2013, el Banco Mundial aprobó el proyecto PMR para Chile y le otorgó financiamiento para implementar la primera fase entre los años 2015 y 2017, con el objetivo de fortalecer la capacidad institucional, regulatoria e industrial para la implementación de los instrumentos correspondientes (MINENERGÍA, 2016).

26 En mayo de 2016, el MINENERGÍA decidió reestructurar las acciones encomendadas al CIFES, absorbiendo la mayoría de ellas.
27 Partnership for Mitigation Readiness.

Ruta del Vino, SERNATUR.

Ministerio de Agricultura (MINAGRI)
Todas las entidades pertenecientes al MINAGRI tienen alguna relación con el cambio climático, pero las que a la fecha se han visto involucradas en mayor medida son ODEPA, CONAF, FIA, INIA, el Instituto Forestal (INFOR), CIREN y SAG.

Para optimizar la coordinación interna en este tema, MINAGRI conformó un Comité Intraministerial de Cambio Climático y Sustentabilidad (CICCS) que, presidido por la ODEPA, incorpora representantes de cada una de las entidades que conforman el Ministerio. Un hito relevante fue la participación del MINAGRI en la formulación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario, vigente desde 2013.

En mayo de 2016, el MINAGRI presentó formal y públicamente la Política Forestal 2015-2035, en la cual se establecen los lineamientos del desarrollo forestal bajo criterios de sustentabilidad económica, social y ambiental. Esta política pública es el resultado de un proceso que incluyó al conjunto de actores y agentes institucionales, productivos y sociales vinculados al sector forestal chileno, y comprende la mayoría de las áreas temáticas sectoriales, que se clasifican en cuatro ejes estratégicos: i) institucionalidad forestal, ii) productividad y crecimiento económico, iii) inclusión y equidad social, y iv) protección y conservación del patrimonio forestal. Múltiples reuniones de trabajo, talleres participativos y sesiones del Consejo de Política Forestal, realizadas en distintas ciudades del país, permitieron identificar los desafíos y visiones compartidas, y luego, definir los objetivos y las metas de la política forestal de corto, mediano y largo plazo.

El proceso de construcción de la política forestal estuvo estrechamente ligado a la elaboración de la ENCCRV, que lidera la CONAF como punto focal nacional ante la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y punto focal nacional de la temática REDD+ ante la CMNUCC. El objetivo de la ENCCRV es disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que generan el cambio climático, la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía sobre los recursos vegetacionales y las comunidades que dependen de estos, junto con reducir las emisiones de GEI de Chile.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)
En marzo de 2016 se creó el Departamento de Gestión Territorial y Urbana, bajo la División de Desarrollo Urbano, cuya acción programática contempla, entre otros planes urbanos estratégicos, la recuperación de barrios y regeneración habitacional, el ordenamiento territorial y el cambio climático.

El 2012 se firmó el Convenio Interministerial de Construcción Sustentable, ejecutado en conjunto por el MMA, el MOP, el MINENERGÍA y el MINVU, con el objetivo de coordinar, promover, difundir y fomentar la construcción sustentable en el país. Ese mismo año, el MINVU creó la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable (SECS), encargada de coordinar el plan de trabajo para cumplir con los objetivos y obligaciones emanadas de este Convenio.

Dicha Secretaría 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 ecosustentables.

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. Además, el MINVU ha firmado, en conjunto con el MMA, acuerdos en ámbitos de vivienda y de barrios; para este último, en 2015 se firmó un convenio de cooperación entre los programas de recuperación de barrios "Quiero Mi Barrio", del MINVU, y el Programa de Comunidades Sustentables, del MMA. En este convenio se estableció que la principal línea de trabajo sería la educación ambiental tanto a profesionales municipales como a vecinas y vecinos. Entre 2015 y 2016 se han desarrollado capacitaciones en las regiones de Antofagasta, Coquimbo y Magallanes.

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).

Castro Chiloé, Macarena Mella.

Desde los años noventa, este Ministerio cuenta con el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), que depende de la CORFO y está presidido por el MINECON con la participación del MMA, de MINENERGÍA, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) por parte del MINAGRI, de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y de representantes del mundo privado productivo. Su principal objetivo es promover la modernización y la competitividad de los sectores productivos mediante el fomento de la producción limpia a través de los acuerdos de producción limpia (APL) con diversos sectores productivos privados y órganos de la administración del Estado (CPL, 2016).

Durante el año 2010, el CPL encargó un estudio sobre la reducción de emisiones de GEI lograda con los APL, que concluyó que dieciséis acuerdos mitigaron 4 MM de tCO_2e, por lo que en 2012 se tomó la decisión de registrar este instrumento de gestión como Acción Nacional Apropiada de Mitigación (NAMA), la primera acción de este tipo registrada a nivel mundial. En 2016 se realizó el Informe Anual 2015 de Mitigación del CPL, ceñido al estándar definido por la DCC, que considera solo el consumo de energía en veintidós acuerdos limpios, a los cuales adhirieron 650 instalaciones productivas, y que estimó una reducción acumulada en el período 2012-2015 de 2.244.083 tCO_2e.

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.

Gracias al trabajo conjunto del MINEDUC con el MMA, se han 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.

También destaca el SNCAE, programa voluntario en el que participan 1.127 unidades educativas, que representan el 10% del total de establecimientos educacionales escolares del país. El SNCAE 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, coordinado en conjunto por el MMA, MINEDUC, la CONAF, la Dirección General de Aguas (DGA), la Asociación Chilena de Municipalidades (AChM) y la UNESCO, tiene por fin incentivar acciones destinadas a difundir la importancia de una cultura para la sustentabilidad; promover los valores y la conservación del medio ambiente en los escolares, con el propósito de contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación chilena; promover la educación para el desarrollo sustentable, y contribuir al cambio cultural a través de la promoción de conductas ambientalmente responsables.

Ministerio Desarrollo Social (MIDESO)
Si bien el MIDESO no cuenta con una dependencia ad-hoc para atender materias 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.

En lo que respecta a la adaptación al cambio climático, el énfasis está puesto 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 4 "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 la 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). También participa el Departamento de Metodología de la División de Evaluación Social de Inversiones del MIDESO, la que articula la revisión del Documento Nacional que será presentado al CMS.

- **Comité Asesor para el Punto Focal del Fondo Verde del Clima[28] (CAFV).** Este fondo, creado en 2010 por la CMNUCC, tiene como función analizar la consistencia de los proyectos con las estrategias nacionales y de cambio climático y su fin es apoyar proyectos, programas, políticas y otras actividades en el ámbito climático. Esta instancia es coordinada por la Subsecretaría de Hacienda mediante una Secretaría Técnica a la que concurre la Unidad de Metodología de la División de Evaluación Social de Inversiones del MIDESO.

[28] *El Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund) es el mecanismo financiero de la CMNUCC, creado en 2010, cuyo objetivo es promover un cambio de paradigma hacia un desarrollo bajo en emisiones y resiliente al cambio climático en los países en vías de desarrollo, mediante el financiamiento de proyectos y programas de mitigación y adaptación al cambio climático.*

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, el MINDEFENSA debe dar cumplimiento a las normativas aplicadas en el ámbito de la responsabilidad social y ambiental de nuestro país. Para ello, contribuye de manera activa al progreso y desarrollo de acciones tendientes a satisfacer las necesidades sociales de la comunidad y de la sustentabilidad ambiental.

Dentro de los compromiso asumidos por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, está el de contribuir y apoyar en todas las acciones relacionadas con la temática del cambio climático, labor que se ha materializado en la participación en el ETICC y en el apoyo de sus instituciones dependientes, principalmente de las Fuerzas Armadas, en todas las acciones y tareas designadas y requeridas por los diferentes organismos públicos, utilizando sus capacidades multidisciplinarias y formando 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, dada la relevancia e importancia tanto nacional como internacional de este tema y con el propósito de fortalecer la coordinación interna, MINDEFENSA, a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, creada por la Ley 20.424 en 2010, 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). Además, realiza un constante seguimiento a las instituciones dependientes del sector para velar por el cumplimiento de las tareas comprometidas en los Planes de Cambio Climático antes mencionados.

Ministerio de Obras Públicas (MOP)
El problema del cambio climático es abordado principalmente por la 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. Además, la DGA 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.

Isla de Pascua, MMA.

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.

3.5. Agencia de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable

En el discurso del 21 de mayo de 2016, oportunidad en que los Presidentes de Chile exponen la cuenta pública anual del Gobierno ante el Congreso Nacional en pleno, la Presidenta Bachelet anunció la pronta creación de la Agencia Chilena de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, a objeto de contar con una agencia implementadora de los acuerdos del país en este ámbito. En esa ocasión, la Presidenta dijo: "Nuestro compromiso con el medioambiente exige estándares internacionales. En la Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático hicimos el compromiso de reducir nuestras emisiones contaminantes y así ser parte de un movimiento global vital para el futuro de nuestro planeta. Para implementar este acuerdo, vamos a crear una Agencia de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable que articulará acuerdos entre el gobierno y empresas para realizar, concretamente, medidas de mitigación, adaptación y fortalecimiento de capacidades en torno a esta nueva realidad, a través de un Comité CORFO".

4. Evaluación de Desempeño Ambiental de Chile OCDE 2016

En julio de 2016, Chile recibió los resultados de su Segunda Evaluación de Desempeño Ambiental por parte de la CEPAL-OCDE (2016). Tras una primera evaluación realizada el año 2005, en esta oportunidad se recibieron 54 recomendaciones para el país. Vale la pena hacer notar que, mientras en la primera evaluación de desempeño el tema de cambio climático estaba condensado en tres páginas, en esta oportunidad correspondió a un capítulo completo.

Firma Norma Termoeléctrica, MMA.

Con respecto al cambio climático, la OCDE reconoce la existencia y efectividad de las instancias de coordinación interministeriales pero, dado que la implementación de medidas y acciones depende en gran medida de la participación voluntaria de los ministerios y de que estos cuenten con las capacidades requeridas, la OCDE recomienda a Chile "fortalecer y formalizar la base institucional de la política sobre cambio climático, con el fin de establecer responsabilidades bien definidas de implementación, de conformidad con la situación y los compromisos internacionales de Chile".

La OCDE también identificó la necesidad de adoptar e implementar políticas nacionales sobre el cambio climático, de manera de superar las falencias detectadas en cuanto a la existencia de iniciativas con impacto positivo en el cambio climático, como el incremento de la eficiencia energética o la expansión de la generación de energía basada en energías renovables, que no se encuentran bajo un marco articulatorio común y que no siempre explicitan su relación con el cambio climático. En atención a ello, la OCDE recomienda "adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático, a fin de concretar la contribución prevista determinada a nivel nacional para el año 2030; aplicar las medidas de mitigación apropiadas para cada país o medidas alternativas para asegurar el cumplimiento de la meta establecida para 2020".

Bibliografía

Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE). (2016). Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Recuperado de www.acee.cl.

Banco Central. (2016). IMACEC. Recuperado el 02 de 08 de 2016, de Banco Central de Chile: http://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Excel/CCNN/imacec/excel.html.

---. (2015). Cuentas nacionales de Chile 2008-2015. Recuperado de http://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/informes/anuarioCCNN/index_anuario_CCNN_2015.html.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2012). "Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente". Recuperado de www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010459.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2007). Información sobre la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco países: Chile. Santiago: BID.

Banco Mundial (BM). (2016a). Recuperado de www.worldbank.org/en/publication/globaleconomic-prospects.

---. (BM). (2016b). Recuperado de http://www.worldbank.org/en/publication/globaleconomics-prospects.

---. (BM). (2016c). Recuperado de http://wits.worldbank.org/CountryProfile/es/Country/CHL//Year/2015/Tradeflow/Export/Part ner/aii/Product/UNCTAD-SoP1

---. (BM). (2016d). Recuperado de http://datos.bancomundial.org/pais/chile?view=chart

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2010). "Determinación de erosión potencial y actual de Chile". Santiago: CIREN.

Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES). (2016). Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables. Recuperado de www.cifes.gob.cl.

Comisión Chilena del Cobre (Cochilco). (2016). "Precio del cobre". Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales: 1996-2015. Recuperado de www.cochilco.cl/descargas/estadisticas/anuarios/Anuario2016web.pdf.

---. (2015). Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1996-2015. Recuperado de www.cochilco.cl/estadisticas/anuario.asp.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/07/Evaluacion-desempeno-Chile-WEBV2.pdf.

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2016). Energía abierta. Recuperado de www.energiaabierta.cne.cl.

Consejo de Monumentos Nacionales (CMN). (2016). Sitios de Patrimonio Mundial en Chile. Recuperado de www.monumentos.cl/consejo/606/w3-article-11160.html.

Consejo Nacional de Producción Limpia. (2016). "Producción limpia". Recuperado de www.cpl.cl.

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). (1962). Geografía económica de Chile 1950-1962. 3 vols. Santiago: Universitaria.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2016). Superficies Catastros Usos de Suelos y Recursos Vegetacionales. Recuperado de http://sit.conaf.cl y haciendo click en pinchando en "Cifras oficiales Catastros Usos de Suelo y Recursos Vegetacionales – CONAF"

Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (Direcon). (2015). Informe anual. Comercio exterior de Chile. Recuperado de www.direcon.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe-anual-de-Comercio-Exterior-de-Chile-2014-2015.pdf.

Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar). (2016). Boletín estadístico marítimo 2016. Recuperado de http://web.directemar.cl/estadisticas/maritimo/2016/bem/index.html.

INE. (2015a). Compendio estadístico 2015. Recuperado de www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/compendio_estadistico_ine_2015.pdf.

---. (2015b). Anuario de Medio Ambiente 2015. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de INE: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_medio_ambiente/2015/informe-medio-ambiente2015.pdf

---. (2012). Actualización de población y proyecciones 2013-2020. Recuperado de www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php.

International Energy Agency (IEA). (2015). Key world energy statistics. Recuperado de www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf.

Investing.com. (2016). Petróleo crudo históricos. Recuperado de http://es.investing.com/commodities/crude-oil-historical-data.

Junta de Aeronáutica Civil (JAC). (2015). Resumen mensual estadísticas. Diciembre 2015. Recuperado de www.jac.gob.cl/estadisticas-ano-2015.

Luebert, F., y Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago: Universitaria.

Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO). (2013a). Encuesta CASEN 2013. Inmigrantes: síntesis de resultados. Recuperado de www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/resultados-encuesta-Casen-2013.

---. (2013b). Encuesta CASEN 2013. Pueblos indígenas: síntesis de resultados. Recuperado de www.ministeriodedesarrollo social.gob.cl/resultados-encuesta-Casen-2013.

---. (2016). CASEN 2015. Ampliando la mirada sobre la pobreza y la igualdad. Recuperando de http: //observatorio.ministeriode desarrollosocial.gob.cl/casen_multidimensional/casen/casen_2015.php.

Ministerio de Defensa Nacional. (MNIDEFENSA). (2010). Recuperado de www.defensa.cl/2010 (Libro de la Defensa 1.pdf).

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON). (2016). Quinta Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en Investigación y Desarrollo. Recuperado de www.economia.gob.cl/estudios-y-encuestas/encuestas/encuestas-de-innovacion-e-id/quinta-encuesta-nacional-sobre-gasto-y-personal-en-investigacion-y-desarrollo-ano-de-referencia-2014.

Ministerio de Educación (MINEDUC). (2015). Resumen estadístico de la educación 2015. Recuperado de http://centroestudios.mineduc.cl/index.php?t=96&i=2&2036&tm=2.

Ministerio de Energía (MINENERGÍA). (2016). Partnership for Mitigation Readiness. Recuperado de www.minenergia.cl/pmr.

---. (2015). Energía 2050. Política Energética de Chile. Santiago de Chile: Minenergía.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2016a). Inventario de Gases de Efecto Invernadero, serie 1990-2013. Santiago: MMA.

---. (2016b). Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable. Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-54981_PoliticaNaEdDeSustentable.pdf.

---. (2016c). Registro Nacional de Áreas Protegidas. Recuperado de http://areasprotegidas-mma.gob.cl/

---. (2015). Las áreas protegidas de Chile. Santiago: División de Recursos Naturales y Biodiversidad.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT). (2015). Observatorio de datos del transporte en Chile. Recuperado de http://estadisticatransporte.mtt.cl.

OCDE. (2015). "OCDE 360". Recuperado de www.oecd360.org/chile.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2015). Evolución de las exportaciones silvoagropecuarias: período 2005-2014. Recuperado de www.odepa.cl/articulo/evolucion-de-las-exportaciones-silvoagropecuarias-periodo-2005-2014.

---. (2014). "Sector pesquero: evolución de sus desembarques, uso y exportación en las últimas décadas". Recuperado de www.odepa.cl/articulo/sector-pesquero-evolucion-de-sus-desembarques-uso-y-exportacion-en-las-ultimas-decadas-febrero-2014.

---. (2005). "Agricultura chilena 2014: una perspectiva de mediano plazo". Recuperado de www.odepa.cl/articulo/agricultura-chilena-2014una-perspectiva-de-mediano-plazo.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2015). Desarrollo humano en Chile; los tiempos de la politización. Recuperado de http://desarrollohumano.cl/idh/category/informes.

Ramsar. (2016). Ramsar Sites Information Service. Recuperado de https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f[0]=regionCountry_en_ss%3AChile.

Santibáñez, F., Roa, P., y Santibáñez, P. (en prensa). "Medio físico". En MMA, Biodiversidad de Chile. Santiago: MMA.

Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2011). Primera Comunicación Nacional bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Recuperado de www.sinia.cl/1292/w3-article-40343.html.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). (2016). "Declaración técnica-científica por floración de algas nocivas". Recuperado de www.sindicatoifop.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=194:2016-05-07-15-43-55&catid=60:noticias-del-sector&Itemid=112.

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). (2014a). Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios. Recuperado de www.siss.cl/577/articles-11624_recurso_1.pdf.

---. (2014b). Informe de gestión del sector sanitario 2014. Recuperado de www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3443.html.

UNICEF. (2012). Chile. Estadísticas. Recuperado de www.unicef.org/spanish/infobycountry/chile_statistics.html.

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.

Parque Nacional Conguillío, SERNATUR.

2

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, Serie 1990-2013

1. Introducción

El presente capítulo es un resumen del *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2013*, que contiene el Cuarto 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 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, que se elaboró siguiendo las *Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropógeno no controlados por el Protocolo de Montreal en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2013. Las estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI hacen referencia al último año del inventario (2013), a menos que se especifique algo distinto.

En esta sección se presentan los antecedentes generales sobre el INGEI de Chile, los arreglos institucionales, el proceso de actualización, la metodología, categorías clave, y de incertidumbre y exhaustividad. En la sección 2 se

Archivo MMA.

detalla la tendencia de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Chile. En las secciones 3 a 6 se presenta información detallada de los cuatros sectores: Energía; Procesos industriales y uso de productos; Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; y Residuos. En la sección 7 se presentan las partidas informativas y en la sección 8 se resume la realización de recálculos.

1.1. Antecedentes generales

El 21 de marzo de 1994 entró en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante CMNUCC o la Convención), 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 Convención deben elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar inventarios nacionales de sus 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 nacio-

nales que son atribuibles directamente a la actividad humana, así como la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático.

Además, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), la preparación y presentación de los INGEI pueden proporcionar una serie de otros beneficios para un país, entre ellos:

- Identificar los sectores económicos que más contribuyen al cambio climático y sus aportes específicos;
- Proporcionar información útil para la planificación y evaluación del desarrollo económico;
- Proporcionar información útil para abordar otros problemas ambientales (por ejemplo, la calidad del aire, el uso de la tierra o la gestión de residuos);
- Identificar brechas en las estadísticas nacionales;
- Evaluar opciones de mitigación de GEI, colaborando en las orientaciones para desplegar estrategias de desarrollo bajas en emisiones y, por consiguiente, hacia un uso más eficiente de los recursos naturales y financieros; y
- Proporcionar la base para esquemas de comercio de emisiones.

Los GEI incluidos en los INGEI de países en desarrollo, como Chile, son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6).

En los INGEI, los sectores económicos de los países se agrupan en cuatro sectores definidos por las *Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (en adelante *Directrices del IPCC de 2006*), que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI. Estos sectores son Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) y Residuos.

Los reportes clave para presentar los INGEI ante la Convención son las comunicaciones nacionales (CN) y, a partir de 2014, los informes bienales de actualización (IBA), que deben ser presentados cada dos años y cuyo principal contenido es el INGEI. Además, en 2014 Chile presentó voluntariamente ante la Convención, en conjunto con su Primer IBA, su *Primer informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, serie 1990-2010*, documento que se pretende seguir presentando.

1.2. Arreglos institucionales para la elaboración del INGEI de Chile

Con la finalidad de informar de los avances en la implementación de los objetivos de la Convención, en la COP16 de 2010 se definió que "*los países en desarrollo deberán presentar a la Convención informes bienales de actualización, que contengan información actualizada sobre los INGEI*".[1] Además, en la COP17 de 2011 se agregó que "*los países en desarrollo deberían presentar su primer IBA a más tardar en diciembre de 2014 (…) abarcando, como mínimo, un año civil anterior en no más de cuatro años a la fecha de presentación*".[2]

Parque Nacional Salar de Huasco, CONAF Jorge Herreros.

[1] *Decisión 1, párrafo 60(c) del 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.*

[2] *Decisión 1, párrafo 41(a) del 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.*

Ante estos nuevos compromisos adquiridos por el país, el Área de Inventarios de GEI del Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente diseñó, implementó y ha mantenido, desde 2012, el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), que contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento 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.

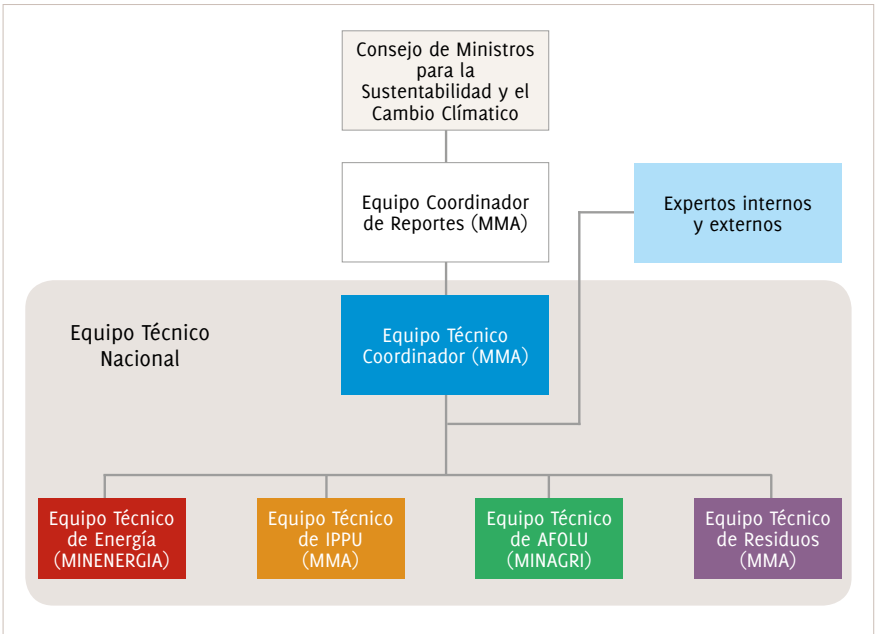
El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción que cubren las áreas requeridas para la elaboración continua del INGEI de Chile. Se describen a continuación.

1.2.1. Operación del SNICHILE

Línea de acción enfocada en la operación del SNICHILE mediante la mantención de una estructura orgánica con roles y responsabilidades definidas. El SNICHILE posee una estructura organizacional descentralizada, internalizada en el aparato estatal e independiente de otros inventarios de contaminantes, de modo que los INGEI de Chile son el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de diversos servicios públicos (Figura 2-1).

El Equipo Técnico Nacional (conformado por el Equipo Técnico Coordinador y los Equipos Técnicos Sectoriales) se encarga del desarrollo y elaboración de los INGEI de Chile; el Equipo Coordinador de Reportes elabora los reportes para presentar a la Convención; y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, conformado por la máxima autoridad de once ministerios sectoriales, revisa y aprueba los reportes de Chile que serán enviados a la Secretaría de la Convención.

Figura 2-1. **Estructura organizacional del SNICHILE**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Quebrada de La Plata

Además, expertos internos (puntos focales ministeriales) y externos (suelen ser expertos internacionales contratados por el SNICHILE según su propio requerimiento) colaboran aportando con sus experticias pertinentes para la revisión y garantía de la calidad de los INGEI de Chile.

El Equipo Técnico Coordinador del SNICHILE, entidad nacional única, se encuentra establecido en el Área de Inventarios de GEI del Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente. Esta entidad nacional es responsable de coordinar a los Equipos Técnicos Sectoriales mediante el plan de trabajo del SNICHILE, de compilar los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI) para elaborar el INGEI de Chile, de desarrollar los temas transversales del INGEI de Chile y de elaborar el *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile* (IIN). Además, se encarga de implementar las líneas de acción del SNICHILE.

Los Equipos Técnicos Sectoriales desarrollan y elaboran sus respectivos ISGEI, incluyendo el desarrollo de los temas transversales sectoriales y la elaboración del *Informe del Inventario Sectorial de GEI*. Todo lo anterior según el plan de trabajo del SNICHILE. Los equipos técnicos se encuentran establecidos en las siguientes instituciones:

- El Equipo Técnico de Energía, responsable del ISGEI de Energía, está establecido en la División de Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía.
- El Equipo Técnico de IPPU, responsable del ISGEI de IPPU, está establecido en el Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.
- El Equipo Técnico de AFOLU, responsable del ISGEI de AFOLU, está establecido en distintos servicios del Ministerio de Agricultura, como la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Instituto Forestal (INFOR) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- El Equipo Técnico de Residuos, responsable del ISGEI de Residuos, está establecido en la Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental, y en el Departamento de Cambio Climático, ambos pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente.

Por último, para la coordinación general del SNICHILE, el Equipo Técnico Coordinador ha desarrollado reuniones semestrales con el Equipo Técnico Nacional desde 2013. Además, periódicamente se desarrollan reuniones bilaterales con los Equipos Técnicos Sectoriales para abordar temas específicos de cada uno de los sectores.

1.2.2. Actualización del INGEI de Chile

Línea de acción enfocada en la actualización del INGEI de Chile mediante la implementación y mantención de un plan de trabajo consistente en un ciclo bienal de actividades, y en plazos y presupuestos que guían el trabajo permanente del Equipo Técnico Nacional (Figura 2-2).

En general, en el primer año del ciclo (fase de actualización) se actualizan los ISGEI de cada sector, mientras que en el segundo año (fase de compilación) se compilan y desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile.

Los ISGEI, según el plan de trabajo, deben estar finalizados en diciembre del primer año del ciclo, incluyendo su revisión externa, de modo que el INGEI de Chile se elabora en los primeros seis meses del segundo año del ciclo. Además, el Equipo Técnico Nacional se reúne al menos dos veces al año. Es importante mencionar que el plan de trabajo del SNICHILE es flexible y se adapta a las circunstancias y contingencias que puedan presentarse en todos los niveles.

Figura 2-2. **Ciclo bienal del plan de trabajo del SNICHILE**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

1.2.3. Sistema de garantía y control de calidad

Línea de acción enfocada en el mejoramiento de la calidad del INGEI de Chile (transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud) mediante el establecimiento y la implementación de procedimientos de garantía de la calidad, de control de la calidad y de verificación. Además, para identificar y priorizar las potenciales mejoras del INGEI de Chile se elabora un plan de mejoramiento continuo (PMC).

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. Los componentes de este sistema son los siguientes:

Tricahues, Pablo Carrido

- **Control de la calidad:** se documenta y registra un conjunto de actividades y procedimientos técnicos rutinarios destinados a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que los Equipos Técnicos Sectoriales elaboran sus ISGEI y que el Equipo Técnico Coordinador compila y elabora el INGEI de Chile.

- **Garantía de la calidad:** se documenta y registra los comentarios, sugerencias, recomendaciones y observaciones resultantes de las revisiones de profesionales externos independientes, que no participan directamente en el Equipo Técnico Nacional. Estas revisiones de terceros son de los ISGEI y el INGEI terminados.

- **Verificación:** se documenta y registra un conjunto de actividades de comparación entre las estimaciones de los GEI del Equipo Técnico Nacional y aquellas elaboradas por organismos externos. Se comparan las estimaciones de GEI, datos de actividad estadísticos y paramétricos, y los factores de emisión. Cada Equipo Técnico Sectorial aplica sus propias fuentes de comparación usando los criterios de las *Directrices del IPCC de 2006*. Algunos ejemplos son la aplicación del Método de referencia con el Método sectorial en el sector Energía; la comparación de las estimaciones de GEI de la Agencia Internacional de Energía (AIE) con las estimaciones propias del Equipo Técnico de Energía; y la comparación de las estimaciones de GEI de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) con las estimaciones propias realizadas por el Equipo Técnico de AFOLU.

- **Plan de mejoramiento continuo:** se documenta y registra un conjunto de actividades y procedimientos para identificar posibles áreas de mejoras, su implementación y presupuesto. Estos temas son abordados por el Equipo Técnico Nacional durante las reuniones semestrales del SNICHILE, o bilateralmente entre los Equipos Técnicos Sectoriales y el Equipo Técnico Coordinador.

Todas las actividades y procedimientos del SGCC son listadas para que los profesionales elaboradores de los inventarios de GEI puedan catalogarlas como «implementadas» o «no implementadas», y además puedan agregar comentarios para que otros profesionales hagan un debido seguimiento.

1.2.4. Creación y mantención de capacidades

Línea de acción enfocada en la creación, mantención e incremento de las capacidades técnicas de los profesionales del Equipo Técnico Nacional del SNICHILE para la generación de inventarios de GEI.

Para identificar las necesidades de capacitación, el Equipo Técnico Coordinador realiza un diagnóstico de necesidades mediante la identificación de brechas, barreras y obstáculos, para luego priorizar las necesidades. La superación de brechas se ha realizado, usualmente, mediante talleres de capacitación durante las reuniones del SNICHILE. A la fecha se han efectuado talleres específicos para abordar temas como la evaluación de la incertidumbre, el acortamiento de brechas de la información y generalidades de los inventarios de GEI.

Tres Fases, Pablo Garrido.

Un tema relevante para el SNICHILE es que, a julio de 2016, se cuenta con siete profesionales cualificados como revisores expertos de INGEI de las Partes Anexo I de la Convención, quienes participan activa y permanentemente del trabajo del SNICHILE (Tabla 2-1). Estos profesionales aportan con sus conocimientos específicos en diferentes etapas del proceso de INGEI de Chile, colaborando así con el aseguramiento de su calidad.

Tabla 2-1. Profesionales del SNICHILE cualificados como revisores expertos de INGEI de las Partes Anexo I de la Convención

Nombre	Institución	Cualificación	Participación en el SNICHILE
Aquiles Neuenschwander A.	Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura	Revisor líder y experto del sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura	Asesor del Equipo Técnico de AFOLU
Sergio González M.	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional	Revisor líder y experto del sector Agricultura	Asesor y coordinador del Equipo Técnico de AFOLU
Fernando Farías E.	Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente	Revisor experto del sector Energía	Asesor y supervisor del Equipo Técnico Coordinador
Jenny Mager S.	Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente	Revisora experta del sector Procesos industriales	Líder del Equipo Técnico de IPPU
Paulo Cornejo G.	Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente	Revisor experto del sector Agricultura	Coordinador del SNICHILE
Marta Alfaro V.	Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Ministerio de Agricultura	Revisora experta del sector Agricultura	Sublíder del Equipo Técnico de AFOLU, encargada de Ganadería y actividades relacionadas
Yasna Rojas P.	Instituto Forestal del Ministerio de Agricultura	Revisora experta del sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura	Sublíder del Equipo Técnico de AFOLU, encargada de Tierras forestales y actividades relacionadas

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Otra iniciativa relevante del SNICHILE es la creación e implementación, desde 2013, de una Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, cuyo objetivo principal es mantener una red de cooperación sur-sur en materia de inventarios nacionales de GEI entre países latinoamericanos de habla hispana,[3] para facilitar el desarrollo de capacidades técnicas e institucionales a través del intercambio de experiencias y la adopción de las mejores prácticas. Actualmente, la Secretaría *pro tempore* de la Red la ha asumido el coordinador del SNICHILE.

1.2.5. Archivo y difusión

Línea de acción enfocada en la documentación y el archivo de la información relacionada con el INGEI de Chile y con la difusión de dicha información, de modo de asegurar la gestión y la transparencia del INGEI de Chile.

Para el archivo del INGEI de Chile, desde 2015 el Equipo Técnico Coordinador ha implementado un sistema de archivo y documentación adecuado a las circunstancias nacionales, denominado Sistema de Registro Tabular (SRT), que consiste en un conjunto de carpetas y archivos (documentos y libros de cálculo) estandarizados con el fin de facilitar la gestión de los datos, la estimación de GEI y el tratamiento de los temas transversales relacionados con los inventarios de GEI del país. El SRT se encuentra alojado en una nube virtual administrada por el Equipo Técnico Coordinador y operada por la compañía Dropbox. El servicio permite a los usuarios almacenar, compartir y sincronizar carpetas y archivos en línea, entre computadores y otros usuarios. El SRT cuenta con un manual propio que incluye las instrucciones necesarias para la implementación y gestión de los libros de cálculo.

Archivo MMA.

Para la difusión del INGEI de Chile, desde 2015 el Equipo Técnico Coordinador mantiene una plataforma virtual del SNICHILE para informar a la ciudadanía sobre las emisiones y absorciones nacionales de GEI. El objetivo último de la plataforma es difundir el INGEI de Chile, ser el reservorio centralizado de información para el SNICHILE y acercar a la población de manera interactiva al tema del cambio climático. Además, se han publicado materiales impresos, como un resumen ejecutivo y un tríptico del INGEI de Chile, junto con material audiovisual complementario.

1.3. Proceso de actualización del INGEI de Chile

El proceso de elaboración del presente INGEI de Chile comenzó el primer semestre de 2015 y concluyó a mediados de 2016. Como se observa en la Figura 2-3, cada Equipo Técnico Sectorial elabora el inventario de GEI de su propio sector. Luego el Equipo Técnico Coordinador compila los ISGEI y desarrolla los temas transversales, y con ese material elabora el INGEI de Chile y su respectivo informe. Enseguida cada Equipo Técnico Sectorial aprueba el informe final.

El siguiente paso es un proceso de revisión internacional. En esta oportunidad se contó con la revisión de expertos de la Agencia Federal de Medio Ambiente de Alemania, a quienes se les agradece su contribución, así como

[3] *A julio de 2016, los países miembros de la Red son: Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.*

también al proyecto Information Matter de la Sociedad Alemana Para la Cooperación Internacional (GIZ) por la coordinación y al proyecto Low Emission Capacity Building (LECB-Chile) del PNUD que financió parcialmente este proceso.

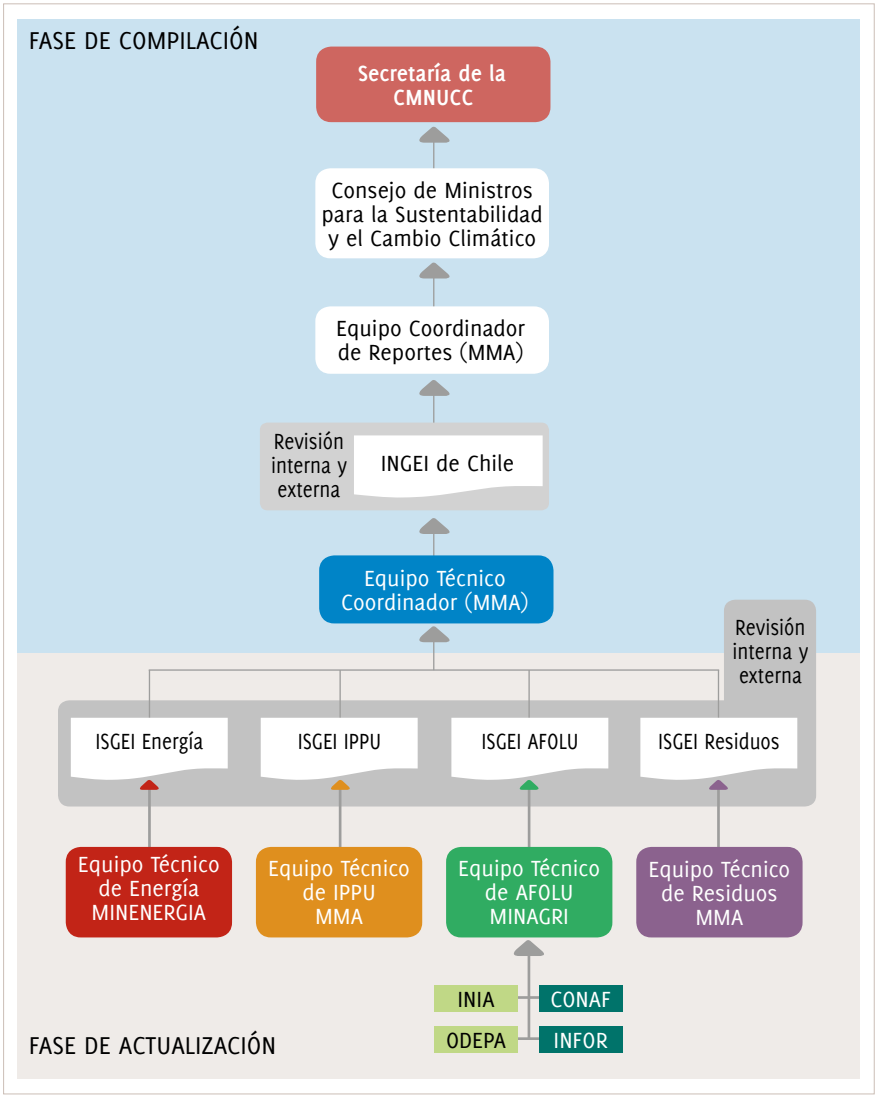
Por último, el INGEI de Chile se entrega al Equipo Coordinador de Reportes para su inclusión en la Tercera Comunicación Nacional de Chile y en el Segundo Informe Bienal de Actualización.

En conclusión, 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.

1.4. Metodología y principales fuentes de información

El presente INGEI de Chile, serie 1990-2013, es el resultado de la compilación de los ISGEI elaborados siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*[4] y aplicando el software del IPCC,[5] con excepción del sector *AFOLU*, incluyendo el análisis de categorías clave y la evaluación de la incertidumbre. El INGEI de Chile además 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*[6] y de las *Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención*[7].

Figura 2-3. Proceso de actualización del INGEI de Chile



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Para estimar las emisiones y absorciones de GEI, el abordaje metodológico consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominados datos de la actividad o DA, los cuales pueden ser estadísticos y/o paramétricos) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (FE).

Por consiguiente, la ecuación básica es:

[4] *Recuperado de www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html*
[5] *Recuperado de www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html*
[6] *Anexo de la Decisión 17/COP8. Recuperado de http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop8/cp807a02s.pdf#page=2*
[7] *Anexo III de la Decisión 2/COP17. Recuperado de http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf#page=*

Pucón, Karina Bahamonde

Emisiones de GEI= Datos de actividad (DA) x Factores de emisión (FE)

Aunque esta sencilla ecuación es muy usada, las *Directrices del IPCC de 2006* también contienen métodos de equilibrio de masa (principalmente para la categoría Tierras del sector AFOLU) y métodos más complejos, divididos generalmente en tres niveles. El Nivel 1 es el "método por defecto", la instancia metodológica más simple, aplicable cuando no se cuenta con datos de actividad propios o factores de emisión país específicos. Si bien el Nivel 1 permite hacer el cálculo, tiene el riesgo de que las circunstancias nacionales no sean debidamente reflejadas. El Nivel 2 se basa en el mismo procedimiento metodológico del Nivel 1, pero con factores de emisión y/o datos de actividad paramétricos propios del país o de una región. En estas circunstancias, es altamente probable que las estimaciones de absorciones y emisiones de GEI sean más precisas, por lo cual esta opción debiera aplicarse a las categorías principales. El Nivel 3 corresponde a métodos específicos de un país (modelos, censos y otros), cuya aplicación se recomienda siempre que hayan sido debidamente validados y, en el caso de los modelos, se hayan publicado en revistas científicas con comité editorial.

En la Tabla 2-2 se presenta un resumen de los métodos y niveles aplicados en el INGEI de Chile. De la sección 3 a la sección 6 del presente capítulo hay información relativa a las metodologías y los métodos aplicados en cada sector. Destaca la aplicación de métodos Nivel 2 y factores de emisión país específico. Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar el *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2013*.

Tabla 2-2. Métodos aplicados en el INGEI de Chile, serie 1990-2013

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO_2		CH_4	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. ENERGÍA	T1, IE, NA, NE, NO	D, IE, NA, NE, NO	T1, T2, IE, NA, NE, NO	D, IE, NA, NE, NO
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	T1, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE
1.A.1. Industrias de la energía	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.3. Transporte	T1, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.5. No especificado	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	NA, NE	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO
1.B.2. Petróleo y gas natural	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NE	NE	NE	NE
1.C. Transporte y almacenamiento de CO_2	NO	NO	NO	NO
1.C.1. Transporte de CO_2	NO	NO		
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO	NO		
1.C.3. Otros	NO	NO	NO	NO
2. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	T1, T2, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO
2.A. Industria de los minerales	T2, NE, NO	D, NE, NO	NA, NO	NA, NO
2.B. Industria química	T1 , NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
2.C. Industria de los metales	T1 , NO	D, NO	IE, NA, NO	D, IE, NA, NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO
2.E. Industria electrónica	NA, NO	NA, NO	NO	NO
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NA, NO	NA, NO	NO	NO
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NO	NO
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA
3. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	T1, T2, NA, NE, NO	CS, D, NA, NE, NO	T1, T2, NE, NO	CS, D, NE, NO
3.A. GANADERÍA			T1, T2, NE, NO	CS, D, NE, NO
3.A.1. Fermentación entérica			T1, T2, NE, NO	CS, D, NE, NO
3.A.2. Gestión del estiércol			T1, T2, NE, NO	CS, D, NE, NO
3.B. Tierras	T1, T2, NA, NE	CS, D, NA, NE		
3.B.1. Tierras forestales	T1, T2, NE	CS, D, NE		
3.B.2. Tierras de cultivo	T1, T2, NE	CS, D, NE		
3.B.3. Pastizales	T1, T2, NA, NE	CS, D, NA, NE		
3.B.4. Humedales	T1, T2, NE	CS, D, NE		
3.B.5. Asentamientos	T1, T2, NE	CS, D, NE		
3.B.6. Otras tierras	T1, T2, NE	D, NE		
3.C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO
3.C.1. Emisiones no CO_2 por quema de biomasa	NA	NA	T1, NE	D, NE
3.C.2. Encalado	T1	D		
3.C.3. Aplicación de urea	T1	D		
3.C.4. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados				
3.C.5. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados				
3.C.6. Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol				
3.C.7. Cultivo del arroz			T1	D
3.C.8. Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO	NO
3.D. Otros	NE, NO	NE, NO	NO	NO
3.D.1. Productos de madera recolectada	NE	NE		
3.D.2. Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO	NO
4. RESIDUOS	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
4.A. Disposición de residuos sólidos			T1	D
4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			T1	D
4.C. Incineración y quema abierta de residuos	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
4.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D
4.E. Otros	NO	NO	NO	NO
ANX. PARTIDAS INFORMATIVAS				
Anx.1. Tanque internacional	T1	D	T1	D
Anx.1.a. Aviación internacional	T1	D	T1	D
Anx.1.b. Navegación internacional	T1	D	T1	D
Anx.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE
Anx.3. Emisiones de CO_2 de la biomasa	T1	D		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

N_2O		HFC		PFC		SF_6	
Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
T1, T2, IE, NA, NE	D, IE, NA, NE						
T1, T2, IE, NE	D, IE, NE						
T1, IE	D, IE						
T1, IE	D, IE						
T1, T2, IE, NE	D, IE, NE						
T1, IE	D, IE						
IE, NE	IE, NE						
NA, NE	NA, NE						
NA	NA						
NA, NE	NA, NE						
NE	NE						
NO	NO						
NO	NO						
T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
NO	NO						
T1, NA, NO	D, NA, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NO	NO
NA, NO	NA, NO						
NA, NO	NA, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
NO	NO	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1 , NA, NE, NO	D, NA, NE, NO		
NA, NE, NO	NA, NE, NO	NO	NO	NA, NO	NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
NA	NA						
T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO						
T1, NE, NO	D, NE, NO						
T1, NE, NO	D, NE, NO						
T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO						
T1, NE	D, NE						
T1	D						
T1	D						
T1	D						
NA	NA						
NO	NO						
NO	NO						
NO	NO						
T1, NA, NO	D, NA, NO						
NA	NA						
T1	D						
T1, NO	D, NO						
T1, NA	D, NA						
NO	NO						
T1	D						
T1	D						
T1	D						
IE	IE						

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tras estimar las emisiones y absorciones de cada uno de los GEI, y para el reporte de los valores de GEI en forma agregada, expresados en dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq), los países en desarrollo deben usar los potenciales de calentamiento global (PCG) proporcionados por el IPCC en su *Segundo Informe de Evaluación* (SAR), que se basan en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de cien años. Los PCG usados para los principales GEI se presentan en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Potenciales de calentamiento global usados en el INGEI de Chile

GEI	PCG
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310
HFC-32	650
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-152a	140
HFC-143a	3.800
HFC-227ea	2.900
HFC-236fa	6.300
CF_4	6.500
SF_6	23.900

Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA a partir de IPCC, 1995

En la Tabla 2-4 se resumen las fuentes de datos de actividad usadas por cada sector en el INGEI de Chile.

Tabla 2-4. Principales fuentes de información del INGEI de Chile, serie 1990-2013

Sector	Fuente
1. Energía	Balance Nacional de Energía (Ministerio de Energía) Anuarios de estadísticas del cobre y otros minerales (COCHILCO) Estadísticas de consumo de combustible internacional (Servicio Nacional de Aduanas)
2. IPPU	Producción de cemento (Bío Bío, Polpaico, Melón) Importaciones y exportaciones de clínker (Servicio Nacional de Aduanas) Producción de cal (INACESA, SOPROCAL, CMPC y Arauco) Producción de vidrio (Cristalerías Toro, Verallia, Cristalerías Chile, Lirquén) Producción de ácido nítrico (POCH y Deuman) Balance Nacional de Energía (Ministerio de Energía) Producción de metanol (Methanex) Producción de hierro (COCHILCO, SERNAGEOMIN) Producción de acero (CAP, Gerdau Aza) Producción de ferroaleaciones (USGS) Producción, importación y exportación de sustitos de SAO (INE, Servicio Nacional de Aduanas) Producción, importación y exportación de SF_6 (SF_6Chile) Producción, importación y exportación de lubricantes y ceras de parafina (INE, Servicio Nacional de Aduanas)
3. AFOLU	Censos Agropecuarios y Forestales (INE) Estadísticas anuales (ODEPA) Estadísticas de población animal, cultivos y fertilizantes (INE, ODEPA) Inventario Forestal Continuo (INFOR) Estadísticas Forestales (INFOR) Catastros Vegetacionales (CONAF) Estadísticas históricas de incendios forestales (CONAF)
4. Residuos	Censo de población y vivienda (INE) Catastro ajustado de Residuos Sólidos Municipales (MMA) Estadística de aguas residuales domésticas e industriales (SISS)

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Parque Natural Cantalao.

Se aprecia 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 también están a cargo de su elaboración. Esto es una ventaja por la disponibilidad de los datos y el uso eficiente de los recursos financieros.

1.5. Categorías principales

El concepto de categoría principal permite identificar las categorías que repercuten significativamente en los INGEI de un país en términos del nivel absoluto,[8] tendencias o incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI.

El Equipo Técnico Coordinador del SNICHILE ha identificado las categorías principales del INGEI de Chile para 1990 y 2013 de acuerdo con los criterios de nivel y tendencia. Se usó el Método 1, que se basa únicamente en la cantidad de GEI emitidos o absorbidos, y el Método 2, que incluye el análisis de la incertidumbre asociada a la emisión o absorción de GEI. En este caso, la inclusión del Método 2 constituye una mejora respecto de la actualización anterior, que solo consideró el Método 1.

En la Tabla 2-5 se resumen las fuentes de emisión y sumideros de absorción identificados como categorías principales, marcadas con «X» en celda de color, mientras que las columnas indican el criterio de identificación. Algunas categorías cumplen los seis criterios evaluados, por ejemplo las emisiones de CO_2 de Transporte terrestre del sector Energía o la absorción de CO_2 por parte de Renovales del sector AFOLU. Este resumen constituye la base para las discusiones con los equipos sectoriales sobre la calidad de las estimaciones y las posibles mejoras. Las categorías principales del INGEI de Chile son también objeto de una documentación más detallada y un control de calidad más exhaustivo.

Tabla 2-5. Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2013, 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 2013	T1	N2 1990	N2 201 3	T2
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles gaseosos	CO_2	X	X				
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles líquidos	CO_2	X	X	X			
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles sólidos	CO_2	X	X			X	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N_2O					X	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles gaseosos	CO_2		X				
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CO_2	X	X	X		X	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	CO_2	X	X	X	X		X
1.A.3.a.	Aviación civil	CO_2	X	X	X			
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N_2O					X	
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial - Combustibles líquidos	CO_2	X	X	X			
1.A.4.	Otros sectores - Biomasa	CH_4	X	X	X	X	X	X
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles gaseosos	CO_2		X				
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles líquidos	CO_2	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	X			
2.A.2.	Producción de cal	CO_2		X				
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N_2O		X				
2.B.8.a.	Metanol	CO_2	X		X			
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO_2	X	X	X			
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC			X		X	X
3.A.1.a.i.	Vacas lecheras	CH_4	X	X	X			
3.A.1.a.ii.	Otros vacunos	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.c.	Ovinos	CH_4	X		X			
3.A.2.h.	Porcinos	CH_4	X	X	X			
3.A.2.h.	Porcinos	N_2O					X	
3.B.1.a.i.1.	Renovales	CO_2	X	X	X	X	X	X

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

[8] *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.*

Tabla 2-5. Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2013, de acuerdo a las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2 (Continuación)

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación					
			N1 1990	N1 2013	T1	N2 1990	N2 2013	T2
3.B.1.a.i.3.	Bosque nativo manejado	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.1.a.i.4.a.	*Pinus radiata*	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.1.a.i.4.b.	*Eucalyptus globulus*	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.1.a.i.4.g.	Otras especies	CO_2	X	X	X			
3.B.1.a.ii.2.	Tierras en transición a plantación forestal	CO_2		X	X		X	
3.B.1.a.iii.1.	Trozas *P. radiata*	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.1.a.iii.2.	Trozas *Eucalyptus spp.*	CO_2	X	X	X	X	X	
3.B.1.a.iii.3.	Trozas otras exóticas	CO_2		X				
3.B.1.a.iii.4.	Trozas especies nativas	CO_2	X		X	X		X
3.B.1.a.iv.	Leña	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.1.a.v.1.	Bosque nativo incendiado	CO_2	X		X	X		X
3.B.1.a.v.2.	Plantaciones forestales incendiadas	CO_2	X		X			
3.B.1.a.v.3.	Sustitución	CO_2	X	X	X	X		X
3.B.1.b.i.	Tierras de cultivo	CO_2	X		X			
3.B.1.b.ii.	Pastizales	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.1.c.	Tierras en transición a tierras forestales	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.3.b.	Tierras convertidas en pastizales	CO_2	X	X	X	X	X	X
3.B.6.b.i.	Tierras forestales	CO_2					X	
3.C.1.b.	Emisiones por quemado de biomasa en tierras de cultivo	CH_4, N_2O				X		X
3.C.4.a.	Fertilizante sintético	N_2O	X	X	X	X	X	X
3.C.4.b.	Estiércol animal, compost, lodos y otros	N_2O				X	X	X
3.C.4.c.	Residuos de cosechas	N_2O			X	X	X	X
3.C.4.d.	Orina y estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	N_2O	X	X	X	X	X	X
3.C.5.a.	Fertilizante sintético	N_2O				X	X	X
3.C.5.b.	Estiércol animal, compost, lodos y otros	N_2O				X	X	X
3.C.5.d.	Orina y estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	N_2O	X	X	X	X	X	X
4.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	CH_4		X			X	
4.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	CH_4	X		X	X		X
4.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	CH_4	X	X	X	X	X	X
4.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH_4		X		X	X	X
4.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N_2O				X	X	

N1 1990: análisis de 1990, Método 1; N1 2013: análisis de 2013, Método 1; T1: análisis de tendencia 1990-2013, Método 1; N2 1990: análisis de 1990, Método 2; N2 2013: análisis de 2013, Método 2; T2: análisis de tendencia 1990-2013, Método 2.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Vista Relleno Santa Marta.

Otro análisis posible, basado en las categorías clave, consiste en listar las categorías de acuerdo con su aporte cuantitativo individual. Por ejemplo, en la Tabla 2-6 se muestran las categorías listadas de mayor a menor en términos absolutos. Destaca el hecho de que solo once categorías representen el 80% de las emisiones y absorciones de GEI del país en 2013. Es así como las emisiones de CO_2 de Trozas de *Pinus radiata* es la principal categoría (12,2%), seguida de las absorciones de CO_2 de Renovales (11,5%).

Tabla 2-6. Categorías principales de 2013, según el criterio de nivel y Método 1

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex, t ($Gg\ CO_2\ eq$)	Valor absoluto de estimación del último año ($Gg\ CO_2\ eq$)	Evaluación de nivel, Lx, t	Total acumulativo
3.B.1.a.iii.1.	Trozas *P. radiata*	CO_2	38.316,8	38.316,8	12,2%	12,2%
3.B.1.a.i.1.	Renovales	CO_2	-36.195,7	36.195,7	11,5%	23,7%
3.B.1.b.vi.	Tierras en transición a tierras forestales	CO_2	-35.882,2	35.882,2	11,4%	35,2%
3.B.1.a.i.4.a.	*Pinus radiata*	CO_2	-31.610,6	31.610,6	10,1%	45,2%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles sólidos	CO_2	28.354,5	28.354,5	9,0%	54,3%
3.B.1.a.iii.2.	Trozas *Eucalyptus spp.*	CO_2	22.378,3	22.378,3	7,1%	61,4%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO_2	21.246,8	21.246,8	6,8%	68,2%
3.B.1.a.iv.	Leña	CO_2	13.731,8	13.731,8	4,4%	72,5%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CO_2	10.553,8	10.553,8	3,4%	75,9%
3.B.1.a.i.4.b.	*Eucalyptus globulus*	CO_2	-6.614,1	6.614,1	2,1%	78,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles gaseosos	CO_2	6.239,0	6.239,0	2,0%	80,0%

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

1.6. Evaluación general de la incertidumbre

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, las estimaciones de incertidumbre son parte esencial de un inventario exhaustivo de emisiones y absorciones de GEI. El análisis de la incertidumbre se debe considerar un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a reducirla de los inventarios en el futuro 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 cada ISGEI y desarrolló un análisis usando el Método 1: Propagación del error de las *Directrices del IPCC de 2006*, que sirve para estimar la incertidumbre en las categorías individuales (factores de emisión, datos de actividad y otros parámetros de estimación) en todo el inventario, y en las tendencias entre un año de interés y el año de base.

Archivo MMA.

El balance de emisiones y absorciones de GEI de Chile tiene una incertidumbre combinada de -43,8% y +46,7%. En términos generales, los sectores que más aportan a la incertidumbre (contribución a la varianza) del 2013, considerando además la ponderación de emisiones y absorciones, son el sector AFOLU, seguido del sector Energía, el sector Residuos y por último el sector IPPU.

En el sector Energía, la incertidumbre combinada total fue de -3,0% y +4,5% en 2013. Las fuentes de incertidumbre que en mayor medida contribuyen a la varianza se encuentran en las emisiones fugitivas de CH_4 de la extracción de gas natural y combustibles sólidos, seguidas de las emisiones de CO_2 en los combustibles líquidos usados en los automóviles, y las emisiones de CO_2

de los combustibles sólidos en la producción de electricidad. En general, la incertidumbre del sector se explica por el uso de factores de emisión por defecto, más que por los datos de actividad levantados en el Balance Nacional de Energía.

En el sector IPPU, la incertidumbre combinada total fue de ±16,3% en 2013. Las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza están en las emisiones de HFC de las aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado, seguidas de las emisiones de N_2O en la producción de ácido nítrico, las emisiones de CO_2 en la producción de cal, y emisiones de CO_2 en la producción de metanol. La incertidumbre del sector también se debe principalmente al uso de factores de emisión por defecto.

En el sector AFOLU, la incertidumbre combinada total fue de -116,6% y +123,8% en 2013. Las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza se hallan en las emisiones y absorciones de CO_2 en las tierras forestales que permanecen como tales, seguidas de las absorciones de CO_2 en las tierras en transición a tierras forestales, de las emisiones de CO_2 de las trozas de *Pinus radiata* y de *Eucalyptus spp.*, de las emisiones de CO_2 producto de la extracción de leña y de las absorciones de CO_2 asociadas a *Pinus radiata*. En general, la incertidumbre del sector se debe a la combinatoria de los numerosos datos paramétricos país específico que se usan para determinar los factores de emisión país específico.

En el sector Residuos, la incertidumbre combinada total fue de -54,6% y 57,5% en 2013. Las fuentes que más contribuyen a la varianza están en las emisiones de CH_4 en la disposición de residuos sólidos en los diferentes sitios, seguidas de las emisiones de CH_4 y N_2O en el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. En general, la incertidumbre del sector se debe al uso de factores de emisión por defecto, salvo en las emisiones de CH_4 desde el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, caso en que la incertidumbre se relaciona mayoritariamente con los datos de actividad usados.

1.7. Evaluación general de la exhaustividad

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 2013.

Los GEI incluidos en el INGEI de Chile son: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y el recientemente incorporado SF_6. Se incluyen parcialmente los precursores CO, NOx, COVDM y SO_2, que solo se calcularon para en el sector Energía y las categorías relacionadas con quema de biomasa en el sector AFOLU. Además, el INGEI de Chile incluye la casi totalidad de las fuentes de emisiones y absorciones por los sumideros para casi todas las categorías y subcategorías que componen los sectores.

Las categorías que no se han podido estimar, por falta de datos de actividad o de las metodologías apropiadas, se han reportado usando claves de notación[9] (ver Tabla 2-2 de la sección 1.4 y Tabla 2-7 de la sección 2). En línea con las buenas prácticas de las *Directrices del IPCC de 2006*, y para mayor transparencia, en el Anexo I 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.

Respecto de los depósitos de carbono del sector AFOLU, en el presente INGEI de Chile se incluyó la biomasa viva (aérea y subterránea) y parte de la biomasa muerta (entre las Regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, y de Magallanes y la Antártica Chilena), al igual que en la actualización anterior. Los depósitos correspondientes a hojarasca y materia orgánica del suelo no se incluyeron por carecerse de datos de actividad.

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* (ver sección 7.), pero no se incluyeron en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

[9] *Las claves de notación son: NE= No estimada; IE= Incluida en otro lugar; C= Confidencial; NA= No aplica; NO= No ocurre.*

2. Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero de Chile

En la Tabla 2-7 se presentan los resultados por categoría de fuentes y sumideros de todos los GEI en el país resultantes de la actividad humana en 2013. Se utiliza el gigagramo (Gg) como unidad de masa, como a lo largo de todo el informe. Los números positivos representan emisiones de GEI, mientras que los negativos corresponden a absorciones de GEI.

Archivo MMA.

En 2013, las emisiones a nivel nacional y por tipo de GEI fueron las siguientes: las emisiones netas[10] de CO_2 contabilizaron 46.268,6 Gg; las emisiones de CH_4 contabilizaron 562,9 Gg y las emisiones de N_2O contabilizaron 35,4 Gg. En el caso de los gases fluorados, las emisiones de HFC contabilizaron 681,4 Gg CO_2 eq; las emisiones de PFC contabilizaron 5,4 Gg CO_2 eq; y por último, las emisiones de SF_6 contabilizaron 308,7 Gg CO_2 eq. Se destaca la incorporación de este último GEI, ya que antes no pudo incluirse por falta de información.

Respecto de los gases precursores, en 2013 las emisiones en todo el país fueron las siguientes: el NO_x contabilizó 165.619,4 Gg; el CO contabilizó 1.359,2 Gg; los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) contabilizaron 13.032,1 Gg; y por último, el SO_2 contabilizó 449,1 Gg.

[10] *En el presente informe, el término «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, que también se nombrará como «balance de GEI».*

Tabla 2-7. 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. Año 2013

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO_2 neto	CH_4	N_2O
		(Gg)	
Todas las emisiones y las absorciones nacionales	46.268,6	562,9	35,4
1. ENERGÍA	81.823,1	98,1	3,8
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	81.821,6	56,2	3,8
1.A.1. Industrias de la energía	38.320,4	1,2	0,6
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	13.807,4	7,5	1,0
1.A.3. Transporte	23.924,7	4,8	1,7
1.A.4. Otros sectores	5.769,1	42,7	0,6
1.A.5. No especificado	IE, NE	IE, NE	IE, NE
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,5	42,0	NA, NE
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	4,4	NA
1.B.2. Petróleo y gas natural	1,5	37,6	NA, NE
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NE	NE	NE
1.C. Transporte y almacenamiento de CO_2	NO	NO	NO
1.C.1. Transporte de CO_2	NO		
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO		
1.C.3. Otros	NO	NO	NO
2. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	4.360,2	0,5	4,0
2.A. Industria de los minerales	2.496,7	NA, NO	NO
2.B. Industria química	137,3	0,5	4,0
2.C. Industria de los metales	1.584,3	IE, NA, NO	NA, NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	142,0	NA, NO	NA, NO
2.E. Industria electrónica	NA, NO	NO	NA, NO
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NA, NO	NO	NO
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NA, NE, NO
2.H. Otros	NA	NA	NA
3. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	-39.915,0	268,2	26,3
3.A. GANADERÍA		261,3	1,1
3.A.1. Fermentación entérica		204,0	
3.A.2. Gestión del estiércol		57,3	1,1
3.B. Tierras	-40.448,8		
3.B.1. Tierras forestales	-42.548,9		
3.B.2. Tierras de cultivo	188,2		
3.B.3. Pastizales	1.066,7		
3.B.4. Humedales	12,5		
3.B.5. Asentamientos	269,2		
3.B.6. Otras tierras	563,6		
3.C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra	533,8	6,9	25,3
3.C.1. Emisiones no CO_2 por quema de biomasa	NA	2,7	0,1
3.C.2. Encalado	128,8		
3.C.3. Aplicación de urea	404,9		
3.C.4. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados			19,3
3.C.5. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados			5,3
3.C.6. Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol			0,5
3.C.7. Cultivo del arroz		4,2	NA
3.C.8. Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO
3.D. Otros	NE, NO	NO	NO
3.D.1. Productos de madera recolectada	NE		
3.D.2. Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO
4. RESIDUOS	0,3	196,1	1,2
4.A. Disposición de residuos sólidos		153,6	NA
4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		1,3	0,1
4.C. Incineración y quema abierta de residuos	0,3	0,0	0,0
4.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales		41,2	1,1
4.E. Otros	NO	NO	NO
ANX. PARTIDAS INFORMATIVAS			
Anx.1. Tanque internacional	2.919,1	0,1	0,1
Anx.1.a. Aviación internacional	1.697,0	0,0	0,0
Anx.1.b. Navegación internacional	1.222,1	0,1	0,0
Anx.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE
Anx.3. Emisiones de CO_2 de la biomasa	43.876,5		

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre.

HFC	PFC	SF_6	NOx	CO	COVDM	SO_2
Equivalentes de CO_2 (Gg)			(Gg)			
681,4	5,4	308,7	165.619,4	1.359,2	13.032,1	449,1
			165.617,3	1.285,0	13.032,1	449,1
			165.615,4	1.270,9	13.025,7	449,1
			146,4	92,4	1,8	333,4
			30,5	153,9	13,8	64,6
			165.410,9	274,5	12.871,9	6,9
			27,5	750,2	138,2	44,1
			NE	NE	NE	NE
			1,9	14,2	6,4	
					2,0	
			1,9	14,2	4,4	
			NE	NE	NE	
681,4	5,4	308,7	NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
NA, NO	NA, NO	NO	NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
NO	NO	NO				
681,4	5,4					
NO	NA, NO	308,7				
			NE	NE	NE	NE
			2,1	74,1	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	NE
			2,1	74,1		
			2,1	74,1		
			NE	NE	NE	NE
			NE	NE	NE	
			NE	NE	NE	
			NE	NE	NE	
			NE	NE	NE	
			NE	NE	NE	
			15,2	1,6	0,6	17,1
			0,7	0,2	0,1	0,6
			14,5	1,4	0,5	16,5
			NE	NE	NE	NE

Junto con la información presentada en la Tabla anterior, 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 II se incluyen las tablas con emisiones y absorciones de GEI del país para 1990, 1994, 2000, 2010 y 2013 en formato «Parte no incluida en el anexo I de la Convención».

2.1. Tendencias de las emisiones agregadas de GEI

En 2013, el balance de emisiones y absorciones de GEI[11] de Chile contabilizó 70.054,4 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 774,9% desde 1990 y en un 43,8% desde 2010 (Tabla 2-8). Los principales causantes de esta tendencia en el balance de GEI son los sectores de Energía y AFOLU.

Archivo MMA.

Tabla 2-8. **INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por sector, serie 1990-2013**

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4
2. IPPU	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4
3. AFOLU	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2
4. Residuos	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8
Balance	8.006,8	29.101,5	48.719,9	64.995,1	74.899,9	70.054,4

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Reserva Nacional Altos de Lircay, Nuvia Briceño.

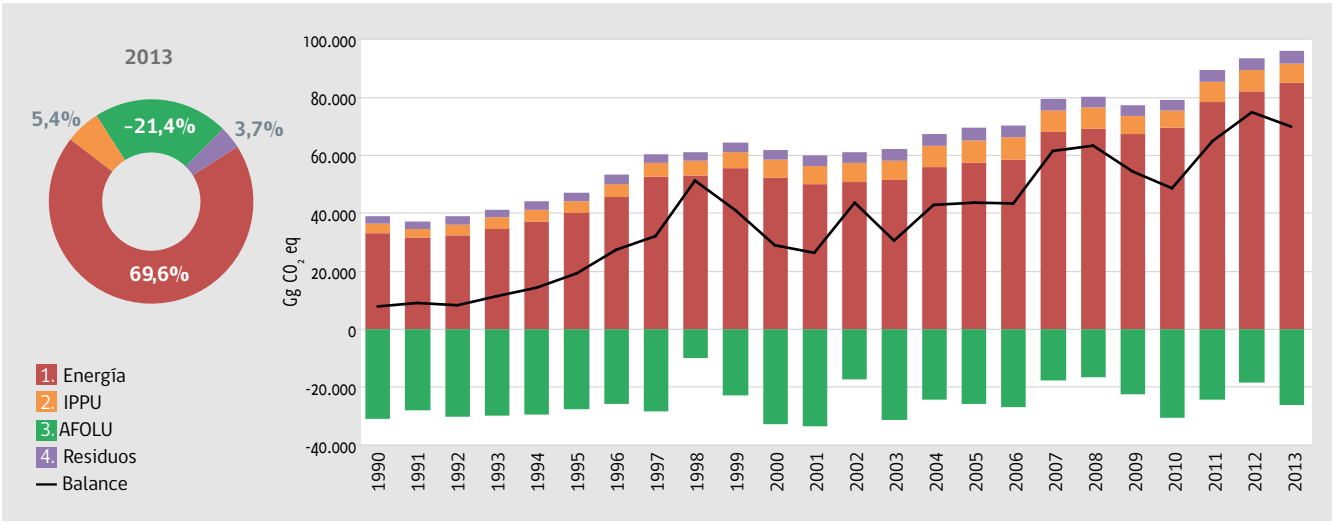
[11] *En el presente informe, el término «balance de emisiones y absorciones de GEI» o «balance de GEI» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq). Este término incluye al sector AFOLU en su totalidad.*

Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos[12] por sector (Figura 2-4), el sector Energía representó un 69,6%, seguido del sector AFOLU (21,4%), del sector IPPU (5,4%), y por último del sector Residuos (3,7%). Los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales (contabilizados en el sector AFOLU).

En 2013, las emisiones de GEI totales[13] del país (excluyendo las fuentes de emisiones y sumideros de absorción de la silvicultura y otros usos de la tierra [FOLU] del sector AFOLU, pero incluye las fuentes de emisión de GEI de la Agricultura), contabilizaron 109.908,8 Gg CO_2 eq en 2013, incrementándose en un 113,4% desde 1990 y en un 19,3% desde 2010 (Tabla 2-9).

Muelle Fluvial en Valdivia, archivo SERNATUR.

Figura 2-4. **INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por sector, serie 1990-2013**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

[12] *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.*
[13] *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 de la silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU) del sector AFOLU, pero incluye las emisiones de GEI correspondientes a la Agricultura.*

Tabla 2-9. INGEI de Chile: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por sector (excluyendo FOLU), serie 1990-2013

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4
2. IPPU	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4
3. Agricultura	12.633,5	13.580,7	12.879,8	12.741,7	13.285,0	13.735,2
4. Residuos	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8
Total	51.506,6	75.501,4	92.114,2	102.076,7	106.595,6	109.908,8

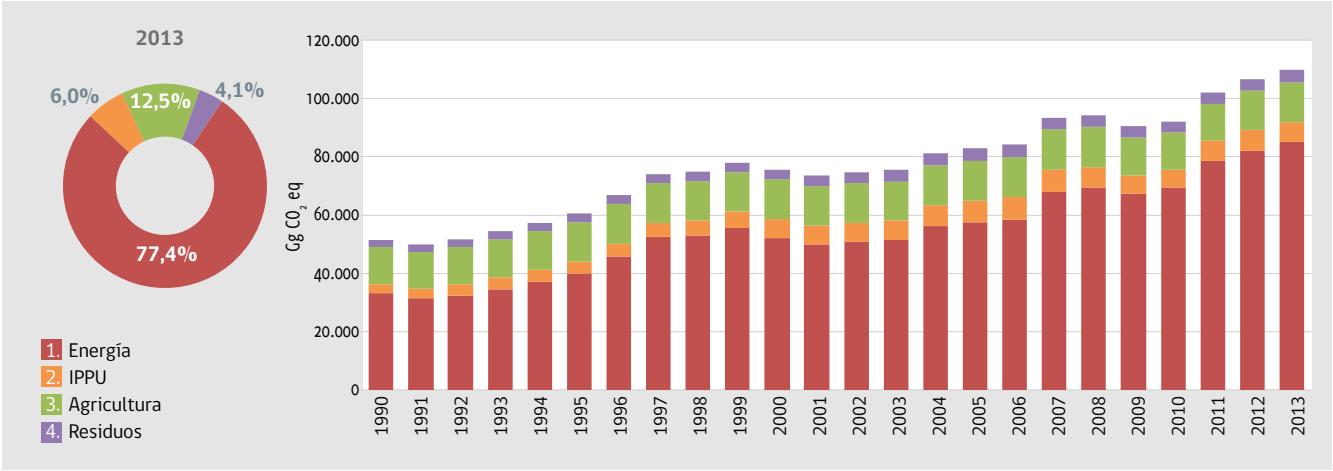
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Respecto de las emisiones de GEI totales por sector (Figura 2-5), el sector Energía representó un 77,4%, seguido del sector Agricultura (12,5%), del sector IPPU (6,0%), y finalmente del sector Residuos (4,1%).

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 de la silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU), ya que su inclusión genera un balance entre emisiones y absorciones de GEI, especialmente del CO_2 (Tabla 2-10).

Figura 2-5. INGEI de Chile: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por sector (excluyendo FOLU), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla 2-10. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por gas, serie 1990-2013

GEI	1990	2000	2010	2011	2012	2013
CO_2 (incl. FOLU)	-10.444,0	8.416,8	27.310,9	43.514,3	51.908,0	46.268,6
CO_2 (excl. FOLU)	33.286,2	54.902,1	70.949,2	80.745,7	84.064,6	86.183,6
CH_4 (incl. FOLU)	10.800,2	11.499,6	10.769,4	10.734,0	11.369,0	11.820,7
CH_4 (excl. FOLU)	10.673,8	11.453,0	10.636,1	10.652,5	11.116,4	11.787,7
N_2O (incl. FOLU)	7.586,4	9.086,5	10.094,9	10.117,5	10.744,7	10.969,5
N_2O (excl. FOLU)	7.482,3	9.047,8	9.984,1	10.049,3	10.536,4	10.941,8
Gases fluorados	64,3	98,6	544,7	629,3	878,2	995,6
HFC	NO	NO	284,2	366,7	628,2	681,4
PFC	NO	NO	6,1	5,9	5,7	5,4
SF_6	64,3	98,6	254,4	256,7	244,3	308,7
Balance (incl. FOLU)	8.006,8	29.101,5	48.719,9	64.995,1	74.899,9	70.054,4
Total (excl. FOLU)	51.506,6	75.501,4	92.114,2	102.076,7	106.595,6	109.908,8

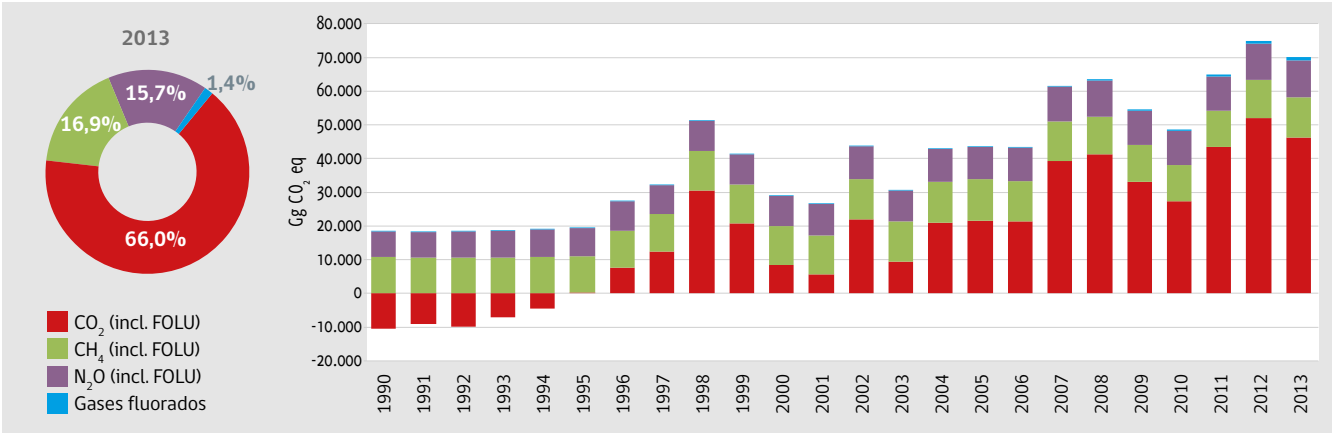
NO = No ocurre
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

En 2013, el balance de GEI (incluyendo FOLU) estuvo dominado por el CO_2, representando un 66,0%, seguido del CH_4 con un 16,9% y del N_2O con un 15,7%. Los Gases fluorados contabilizan colectivamente el 1,4% (Figura 2-6). Llama la atención que desde 1990 a 1994 el balance de CO_2 fue favorable a la absorción neta de este gas y que, de ahí en adelante, ha sido permanentemente favorable a la emisión.

En 2013, las emisiones de GEI totales (excluyendo FOLU) estuvieron dominadas por el CO_2, representando un 78,4%, seguido del CH_4 con un 10,7% y del N_2O con un 10,0%. Los Gases fluorados contabilizan colectivamente un 0,9% de las emisiones de GEI totales del país (Figura 2-7).

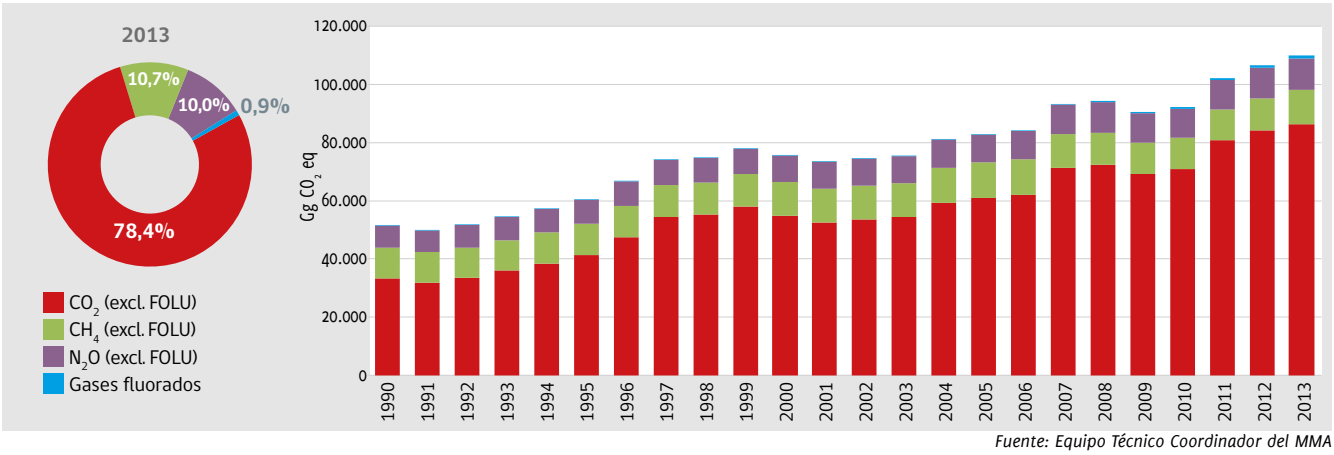
Archivo MMA.

Figura 2-6. **INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por gas (incluyendo FOLU), serie 1990-2013**



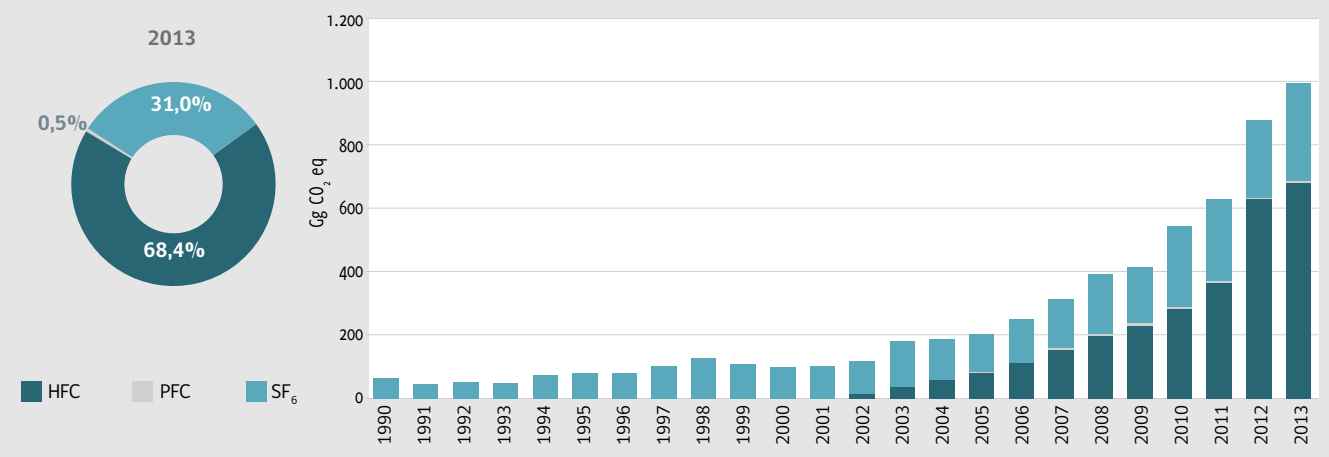
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 2-7. **INGEI de Chile: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por gas (excluyendo FOLU), serie 1990-2013**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 2-8. INGEI de Chile: emisiones de gases fluorados (Gg CO_2 eq) por grupo de gases, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Si bien los gases fluorados son menos relevantes en términos de emisiones totales, destaca el incremento del 1.448,7% desde 1990 y del 82,8% desde 2010 (Figura 2-8), lo que refleja la creciente importancia de este tipo de GEI. En 2013, los principales gases fluorados fueron los HFC (68,4%), seguido del SF_6 (31,0%) y de los, PFC que aportaron solo el 0,5%.

2.2.1. Dióxido de carbono (CO_2)

En 2013, el balance de emisiones y absorciones de CO_2 contabilizó 46.268,6 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 543,0% desde 1990 y en un 69,4% desde 2010 (Tabla 2-11).

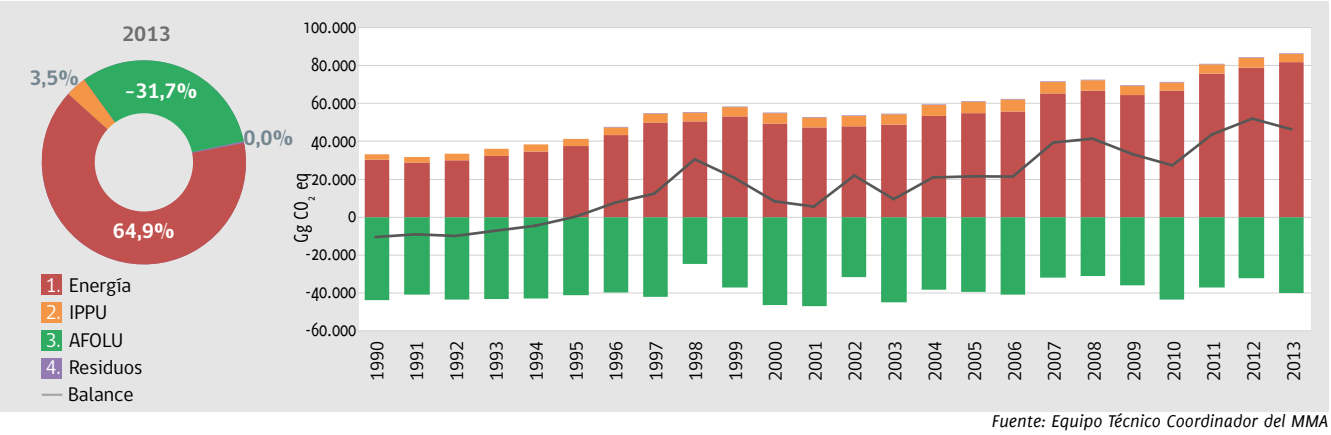
Respecto de las emisiones y absorciones de CO_2 en términos absolutos por sector (Figura 2-9), el sector de mayor relevancia es Energía con un 64,9%, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles; lo sigue el sector AFOLU con un 31,7%, el cual actúa como sumidero de CO_2 mediante el incremento de la bioma-

Tabla 2-11. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de CO_2 (Gg CO_2 eq) por sector (incluyendo FOLU), serie 1990-2013

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	30.405,6	49.367,0	66.655,7	75.701,1	78.953,6	81.823,1
2. IPPU	2.880,6	5.535,0	4.293,2	5.044,4	5.110,7	4.360,2
3. AFOLU	-43.730,2	-46.485,3	-43.638,3	-37.231,5	-32.156,6	-39.915,0
4. Residuos	NO	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Balance	-10.444,0	8.416,8	27.310,9	43.514,3	51.908,0	46.268,6

NO = No ocurre.
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 2-9. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de CO_2 (Gg CO_2 eq) por sector (incluyendo FOLU), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

sa en bosques nativos y exóticos; el sector IPPU con un 3,5%, debido a la producción de hierro y acero; y el sector Residuos, con menos de un 0,01% asociado a la quema de residuos hospitalarios.

2.2.2. Metano (CH_4)

En 2013, las emisiones de CH_4 contabilizaron 11.820,7 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 9,4% desde 1990 y en un 9,8% desde 2010 (Tabla 2-12).

Respecto de los sectores e incluyendo FOLU (Figura 2-10), el sector de mayor relevancia respecto de las emisiones de CH_4 es AFOLU con un 47,6%, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el proceso de fermentación entérica de los animales rumiantes; lo sigue el sector Residuos con un 34,8%, debido a la eliminación de residuos sólidos en sitios de disposición final; el sector Energía aporta con un 17,4%, asociado al uso de leña en el sector residencial; y el sector IPPU con un 0,1%, generado por la producción de metanol.

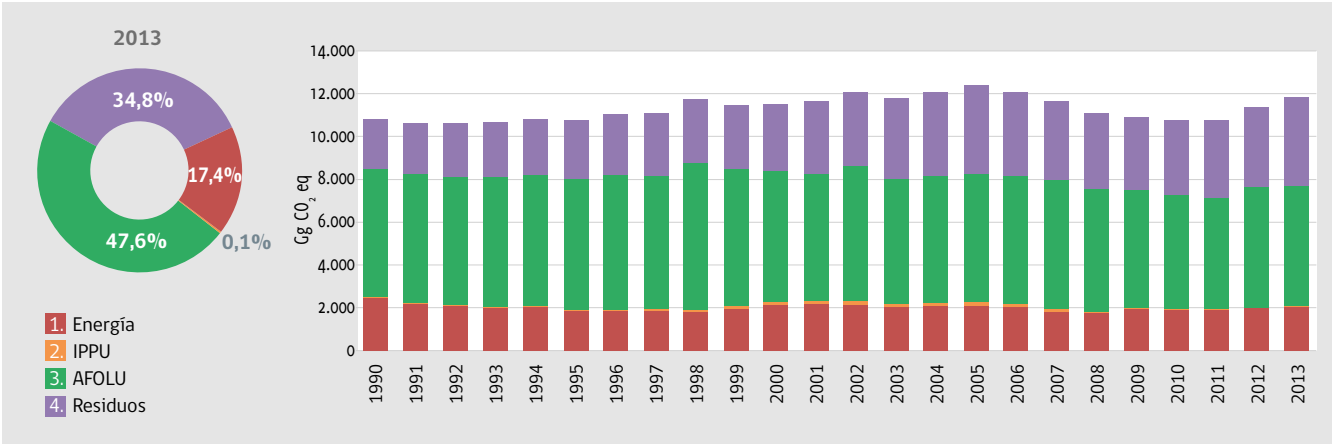
Vivero Putre, archivo CONAF

Tabla 2-12. **INGEI de Chile: emisiones de CH_4 (Gg CO_2 eq) por sector (incluyendo FOLU), serie 1990-2013**

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	2.479,8	2.149,2	1.942,5	1.929,7	2.026,9	2.060,8
2. IPPU	41,4	140,8	45,3	26,9	15,2	9,9
3. AFOLU	5.949,5	6.107,0	5.331,2	5.188,3	5.657,9	5.632,4
4. Residuos	2.329,4	3.102,6	3.450,5	3.589,2	3.668,9	4.117,6
Total	10.800,2	11.499,6	10.769,4	10.734,0	11.369,0	11.820,7

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 2-10. **INGEI de Chile: emisiones de CH_4 (Gg CO_2 eq) por sector (incluyendo FOLU), serie 1990-2013**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

2.2.3. Óxido nitroso (N_2O)

En 2013, las emisiones de N_2O contabilizaron 10.969,5 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 44,6% desde 1990 y en un 8,7% desde 2010 (Tabla 2-13).

Respecto de los sectores e incluyendo FOLU (Figura 2-11), el sector de mayor relevancia respecto a las emisiones de N_2O es AFOLU con un 74,4%, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el estiércol y orina depositados directamente en el suelo; lo sigue el sector IPPU con un 11,4%, debido a la producción de ácido nítrico; el sector Energía aporta con un 10,9%, asociado con el uso de automóviles; y el sector Residuos con un 3,3%, generado por el tratamiento de aguas servidas domiciliarias.

Villarrica, archivo CONAF

Tabla 2-13. INGEI de Chile: emisiones de N_2O (Gg CO_2 eq) por sector (incluyendo FOLU), serie 1990-2013

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	334,2	606,7	825,5	896,2	1.096,1	1.191,5
2. IPPU	141,2	675,2	1.124,9	1.167,8	1.210,7	1.253,7
3. AFOLU	6.914,4	7.559,0	7.792,7	7.703,2	8.087,9	8.163,4
4. Residuos	196,7	245,6	351,9	350,3	350,0	360,9
Total	7.586,4	9.086,5	10.094,9	10.117,5	10.744,7	10.969,5

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

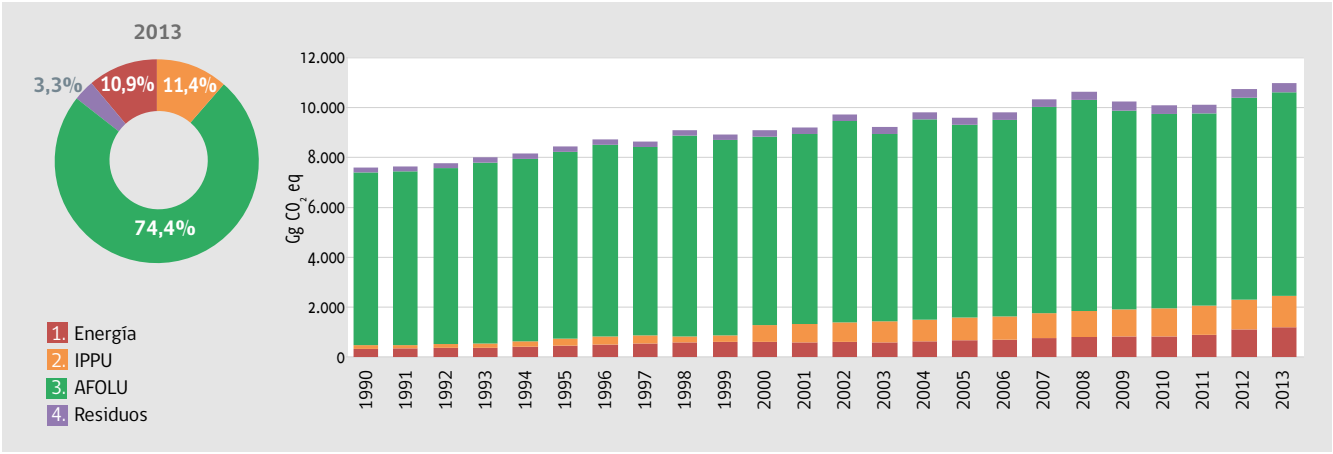
2.3. Indicadores de intensidad de GEI

Para el Equipo Técnico Nacional del SNICHILE es importante gestionar la información del INGEI de Chile con el objetivo de comprender la evolución de las emisiones de GEI del país un contexto amplio. Para ello, se ha definido dos indicadores económicos de intensidad: Producto Interno Bruto (PIB) y per cápita. Esta sección entrega información al respecto.

2.3.1. Emisiones de GEI de Chile por Producto Interno Bruto

Chile ha expresado su contribución determinada a nivel nacional (NDC) de mitigación en términos de emisiones de GEI totales por unidad de Producto Interno Bruto (PIB), expresado en toneladas de CO_2 equivalente por millones de pesos chilenos al 2011 (t CO_2 eq/MMCLP). Para las emisiones de GEI del país se evalúa el balance de GEI y las emisiones de GEI totales.

Figura 2-11. INGEI de Chile: emisiones de N_2O (Gg CO_2 eq) por sector (incluyendo FOLU), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

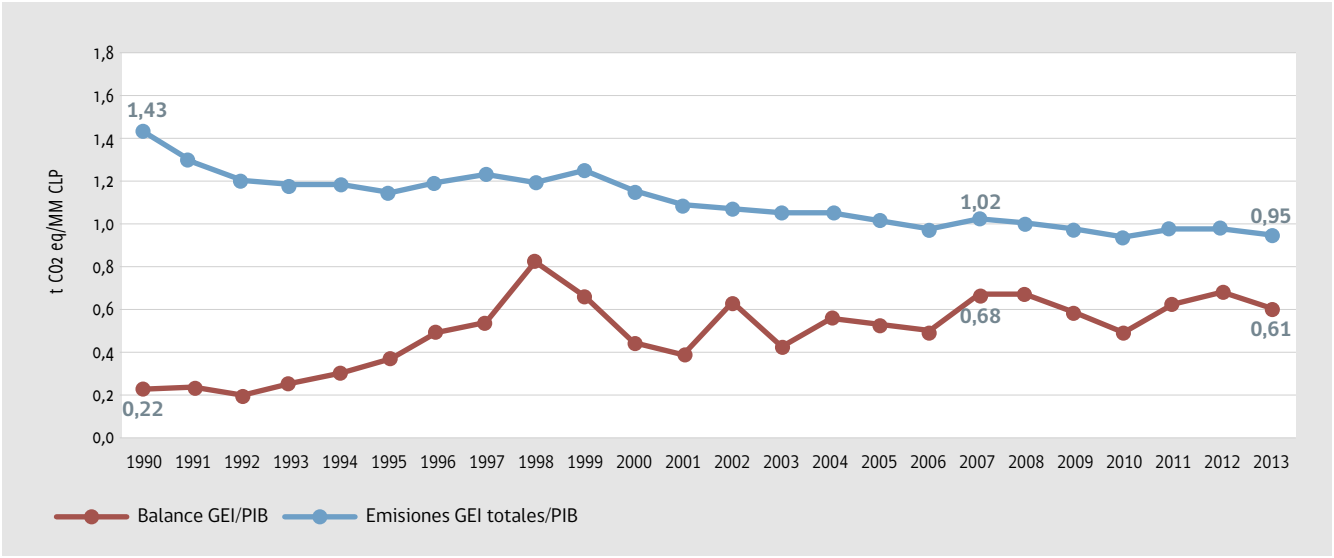
En 2013, el indicador balance de GEI/PIB fue de 0,61 t CO_2 eq/MMCLP, incrementándose en un 172,3% desde 1990, pero disminuyendo en un 10,4% desde 2007, año base de Chile en su NDC. La variación interanual observada, con máximas en 1998 y 2002, se debe principalmente a la influencia de los incendios forestales en el balance de GEI del país. Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales/PIB fue de 0,95 t CO_2 eq/MMCLP, disminuyendo en un 33,6% desde 1990 y en un 7,1% desde 2007; la tendencia se ve influenciada por las emisiones del sector Energía que domina las emisiones de GEI totales del país (Tabla 2-14 y Figura 2-12).

Tabla 2-14. INGEI de Chile: balance de GEI por PIB y emisiones de GEI totales por PIB (t CO_2 eq /MMCLP), serie 1990-2013

Indicador	1990	2000	2007	2010	2011	2012	2013
Balance GEI/PIB	0,22	0,44	0,68	0,50	0,62	0,68	0,61
Emisiones GEI totales/PIB	1,43	1,15	1,02	0,94	0,98	0,97	0,95

Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en información del Banco Central de Chile

Figura 2-12. INGEI de Chile: balance de GEI por PIB y emisiones de GEI totales por PIB (t CO_2 eq /MMCLP), serie 1990-2013



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en información del Banco Central de Chile

2.3.2. Emisiones de GEI de Chile per cápita

Este indicador relaciona las emisiones de GEI del país con sus habitantes (per cápita), y expresado esa relación en toneladas de CO_2 equivalente per cápita (t CO_2 eq per cápita). Para las emisiones de GEI del país se evalúa el balance de GEI y las emisiones de GEI totales.

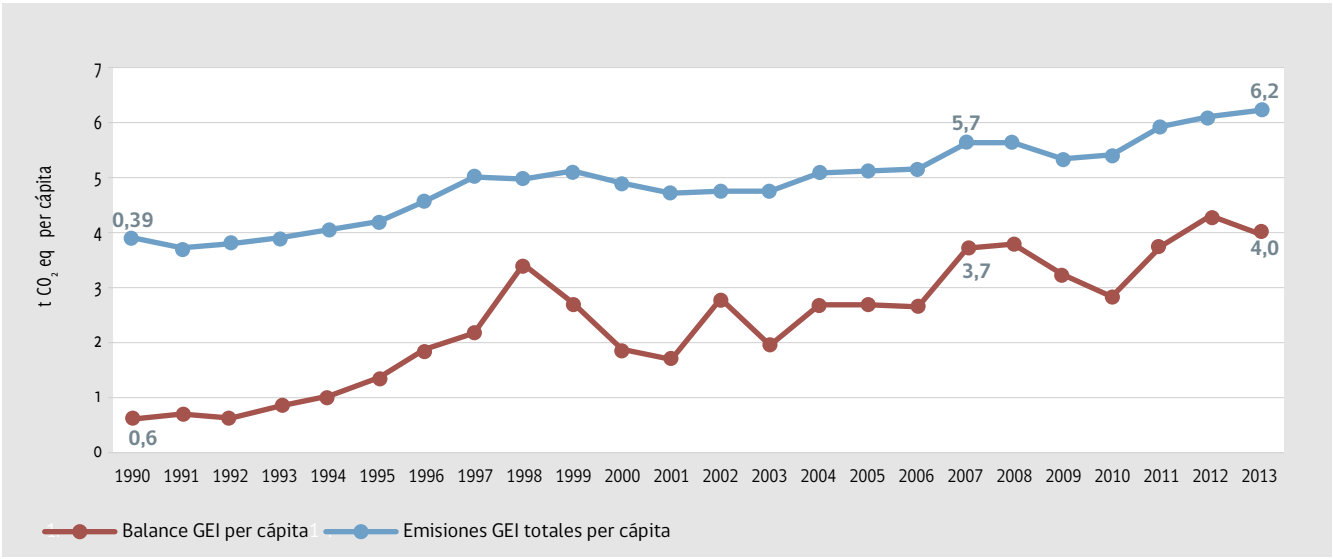
En 2013, el indicador balance de GEI per cápita fue de 4,0 t CO_2 eq per cápita, incrementándose en un 554,0% desde 1990 y en un 6,4% desde 2007. La variación interanual observada, con máximas en el 1998 y 2002, se debe principalmente a la influencia de los incendios forestales en el balance de GEI del país. Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales per cápita fue de 6,2 t CO_2 eq per cápita, incrementándose en un 59,5% desde 1990, y en un 10,3% desde 2007; la tendencia se ve influenciada por las emisiones del sector Energía, que domina las emisiones de GEI totales del país (Tabla 2-15 y Figura 2-13).

Tabla 2-15. INGEI de Chile: balance de GEI per cápita y emisiones de GEI totales per cápita (t CO_2 eq per cápita), serie 1990-2013

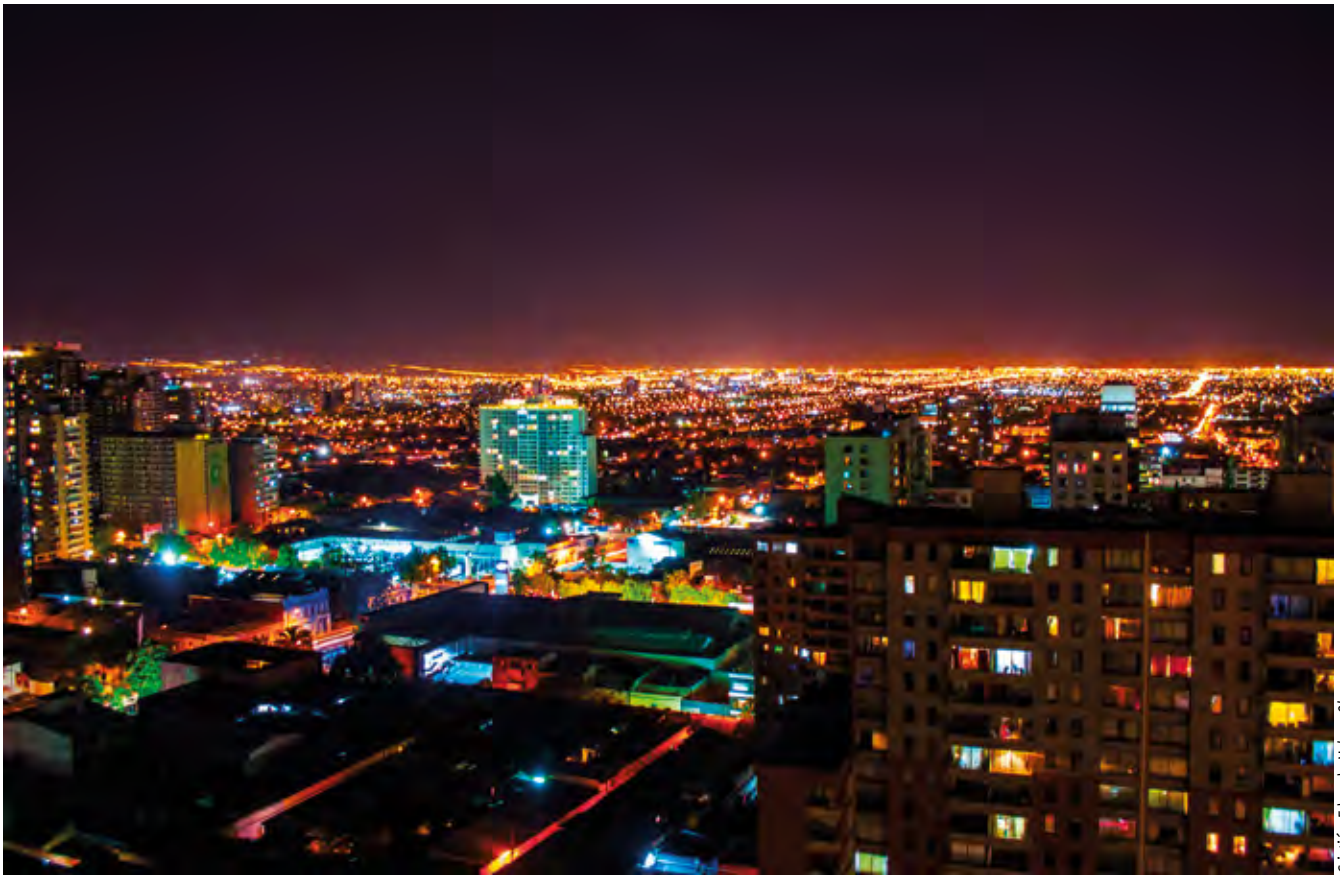
Indicador	1990	2000	2007	2010	2011	2012	2013
Balance GEI per cápita	0,6	1,9	3,7	2,9	3,8	4,3	4,0
Emisiones GEI totales per cápita	3,9	4,9	5,7	5,4	5,9	6,1	6,2

Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA a partir de Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Figura 2-13. **INGEI de Chile: balance de GEI per cápita y emisiones de GEI totales per cápita (t CO_2 eq per cápita), 18serie 1990-2013**



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA a partir de Instituto Nacional de Estadísticas (INE)



Cristián Eduardo Veloso Obreque.

3. Sector Energía (1)

El sector Energía del INGEI de Chile incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en el país y sus emisiones fugitivas asociadas. La energía, en la mayoría de los países, es generada a través de la quema de combustibles fósiles. Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno de los combustibles fósiles se convierten en dióxido de carbono (CO_2) y en agua (H_2O), que liberan la energía química del combustible en forma de calor. En general, se utiliza el calor directamente (o con cierta pérdida por conversión) para producir energía mecánica.

Central termoeléctrica, MMA.

El sector Energía es el principal sector emisor de GEI en el país, representando el 77,4% de las emisiones totales de GEI (excluyendo FOLU) en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 85.075,4 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 156,1% desde 1990 y a un 22,5% desde 2010 (Tabla 2-16). En general, la principal causa es el aumento del consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica, así como el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina.

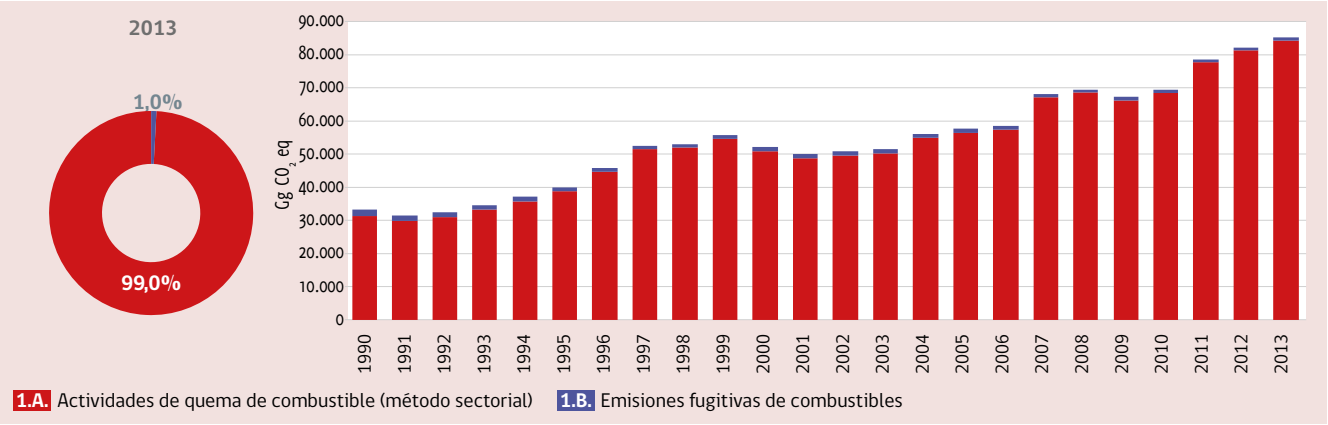
Respecto de las categorías (Figura 2-14), el 99,0% de las emisiones de GEI del sector corresponde a la categoría Actividades de quema de combustible y el 1,0% restante a la categoría Emisiones fugitivas de combustibles. Entre 1990 y 1999 se observa un crecimiento casi constante, sin embargo, desde ese último año hasta 2006 se aprecia una disminución y luego un aumento brusco en 2007. Esto se debe a la entrada y posterior caída de la oferta de gas natural proveniente de Argentina, que fue sustituido principalmente por carbón y diésel. Luego, en 2008, y con mayor fuerza en 2009, se observa una disminución en las emisiones de GEI del sector, descenso que se atribuye en forma importante a la crisis económica internacional que comenzó en 2008. El 27 de febrero de 2010 se produjo un sismo que alcanzó una magnitud de 8,8 M_W y fue seguido de un tsunami. Este fenómeno natural retrasó la activación de la economía del país hasta 2011. El alza de las emisiones entre 2011 y 2013 se debe en parte al incremento de generación eléctrica impulsado por un aumento en la actividad económica del país. Además, aumentó el uso de carbón para generación eléctrica y bajó la producción hidroeléctrica debido a que esos años fueron poco lluviosos.

Tabla 2-16. Sector Energía: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013

Categoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A. Actividades de quema de combustible	31.325,4	50.827,7	68.405,8	77.577,2	81.189,5	84.192,7
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	1.894,1	1.295,2	1.017,9	949,7	887,1	882,6
Total	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-14. Sector Energía: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

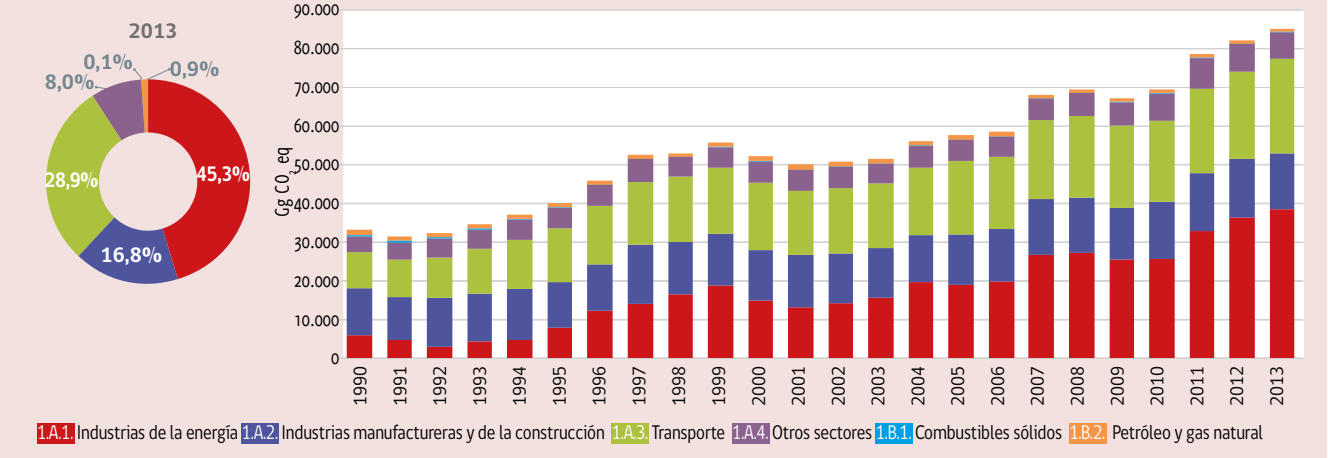
Respecto de las subcategorías (Tabla 2-17 y Figura 2-15), Industrias de la energía (principalmente Generación de electricidad como actividad principal) es la de mayor importancia dentro del sector con un 45,3% de participación en 2013, seguida de un 28,9% de Transporte (principalmente el Transporte terrestre), 16,8% de Industrias manufactureras y de la construcción y 8,0% de Otros sectores (principalmente Residencial). La subcategoría Petróleo y gas natural contabilizó un 0,9%, mientras que Combustibles sólidos un 0,1%.

Tabla 2-17. Sector Energía: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.1. Industrias de la energía	5.843,8	14.909,2	25.623,4	32.800,0	36.388,6	38.518,4
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.257,5	13.007,4	14.801,8	14.901,0	15.122,8	14.282,3
1.A.3. Transporte	9.249,3	17.348,9	20.952,5	21.861,6	22.555,3	24.545,7
1.A.4. Otros sectores	3.974,8	5.562,1	7.028,2	8.014,6	7.122,8	6.846,4
1.B.1. Combustibles sólidos	481,5	74,2	40,0	47,5	51,1	92,1
1.B.2. Petróleo y gas natural	1.412,7	1.221,0	977,9	902,3	835,9	790,6
Total	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-15. Sector Energía: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

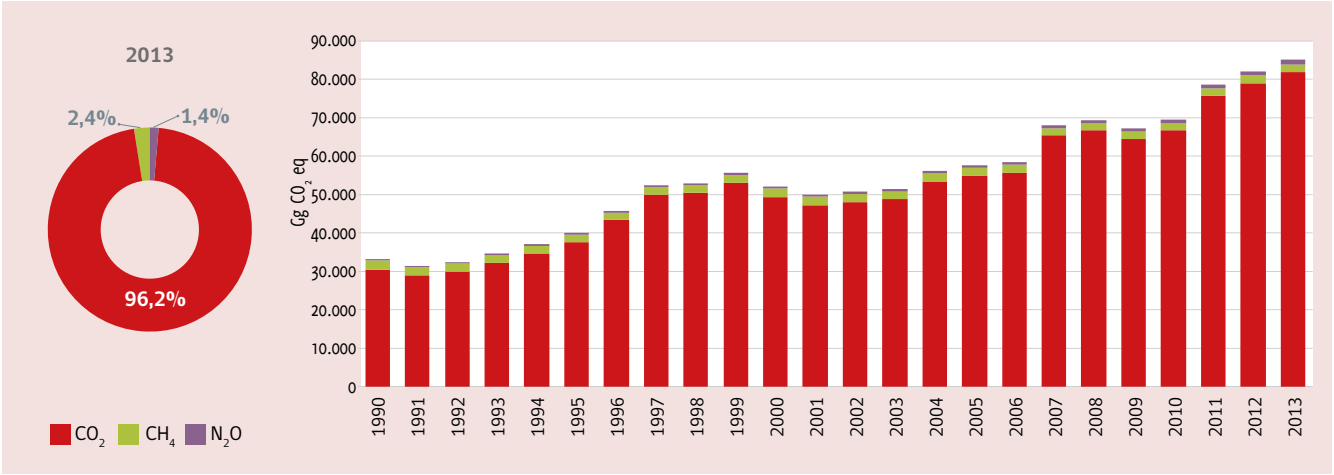
En 2013, el principal GEI emitido por el sector fue el CO_2, representando un 96,2% de las emisiones totales de GEI del sector. Lo sigue el CH_4, con un 2,4% y el N_2O, con un 1,4% (Tabla 2-18 y Figura 2-16).

Tabla 2-18. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

GEI	1990	2000	2010	2011	2012	2013
CO_2	30.405,6	49.367,0	66.655,7	75.701,1	78.953,6	81.823,1
CH_4	2.479,8	2.149,2	1.942,5	1.929,7	2.026,9	2.060,8
N_2O	334,2	606,7	825,5	896,2	1.096,1	1.191,5
Total	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-16. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

3.1. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector Energía se aplicó un método Nivel 1 para prácticamente todas las categorías y GEI, excepto para los gases no CO_2 del componente Transporte terrestre, para el cual se aplicó un método Nivel 2 con datos de actividad de tecnología específica usada y factores de emisión por defecto. Además, para Actividades de quema de combustibles se aplicó el Método de referencia como control independiente del Método sectorial. Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar el Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2013.

Archivo MMA.

3.2. 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*.

La estimación de CO_2 mediante el *Método de referencia* consiste en un método de arriba hacia abajo, en el que la hipótesis es que se conserva el car-

bono, de modo que, por ejemplo, el carbono del petróleo crudo es igual al contenido total de carbono de todos los productos derivados.

En general, la tendencia de las emisiones de CO_2 no presenta diferencias significativas entre ambos métodos; las diferencias se pueden deber a diversas consideraciones en el uso final y de transformación de combustibles como el carbón, el gas natural, el gas licuado de petróleo (GLP) y el biogás (Tabla 2-19).

En la Figura 2-17 se observa la diferencia porcentual entre el *Método de referencia* y el *Método sectorial* para la serie histórica 1990-2013. El promedio de los absolutos de estas variaciones es de 1,3% con un máximo absoluto de -3,0% en el 2000, y le sigue 2007 con -2,8%. Por otro lado, los años que presentan menor diferencia son 2004 y 2006, con diferencias menores al 0,01%. Todos estos valores están por debajo del 5% que indican las *Directrices del IPCC* de 2006 como diferencia aceptable entre ambos métodos.

Tabla 2-19. Actividades de quema de combustible: emisiones de CO_2 (Gg CO_2 eq) del Método sectorial y Método de referencia, incluyendo su diferencia, serie 1990-2013

Método	1990	2000	2010	2011	2012	2013
Método de referencia	30.051,9	50.829,5	65.991,6	75.470,3	79.992,4	83.954,7
Método sectorial	30.403,0	49.365,3	66.654,4	75.699,7	78.952,1	81.821,6
Diferencia	351,1	-1.464,2	662,8	229,4	-1.040,2	-2.133,1
Diferencia%	1,2%	-3,0%	1,0%	0,3%	-1,3%	-2,6%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

3.3. Industrias de la energía (1.A.1.)

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles debido a las industrias de producción energética y a las actividades de extracción de combustibles.

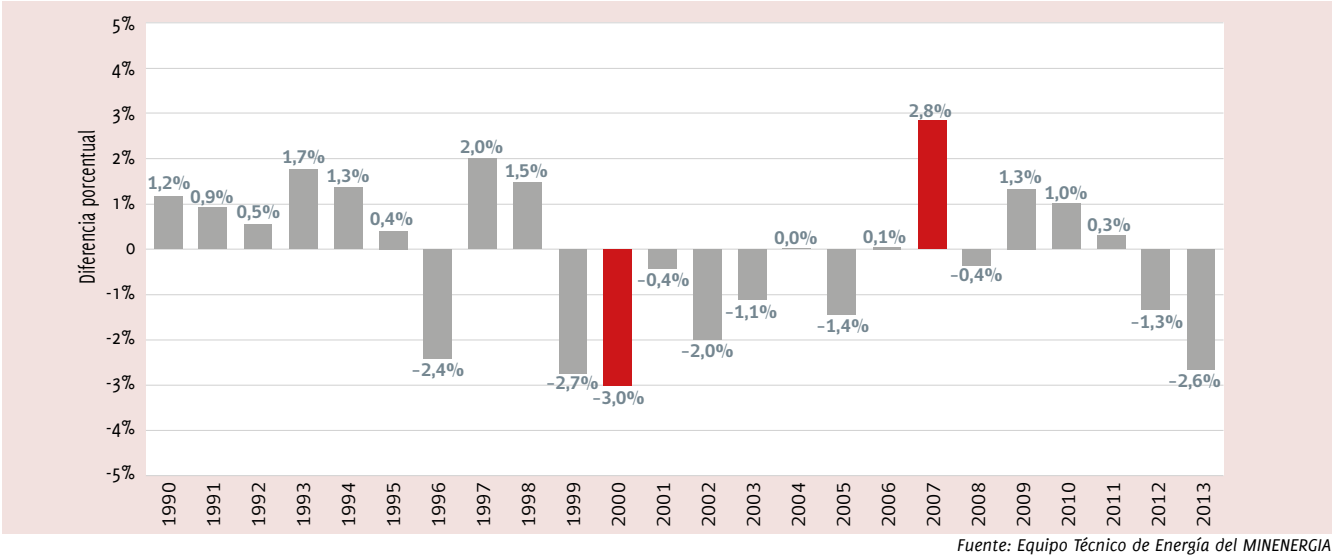
La subcategoría Industrias de la energía es la principal subcategoría emisora de GEI del sector Energía (45,3%) y la principal fuente de emisiones a nivel nacional (35,0% excluyendo FOLU). En 2013, sus emisiones de GEI contabilizaron 38.518,4 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 559,1% desde 1990, y en un 50,3% desde 2010 (Tabla 2-20).

Tabla 2-20. 1.A.1. Industrias de la energía: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013

Componente	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	3.872,4	13.036,4	24.030,4	29.761,8	32.179,0	34.418,9
1.A.1.b. Refinación del petróleo	1.691,8	1.470,7	903,7	1.981,7	2.784,8	3.120,3
1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	2 79,6	402,1	689,3	1.056,6	1.424,8	979,2
Total	5.843,8	14.909,2	25.623,4	32.800,0	36.388,6	38.518,4

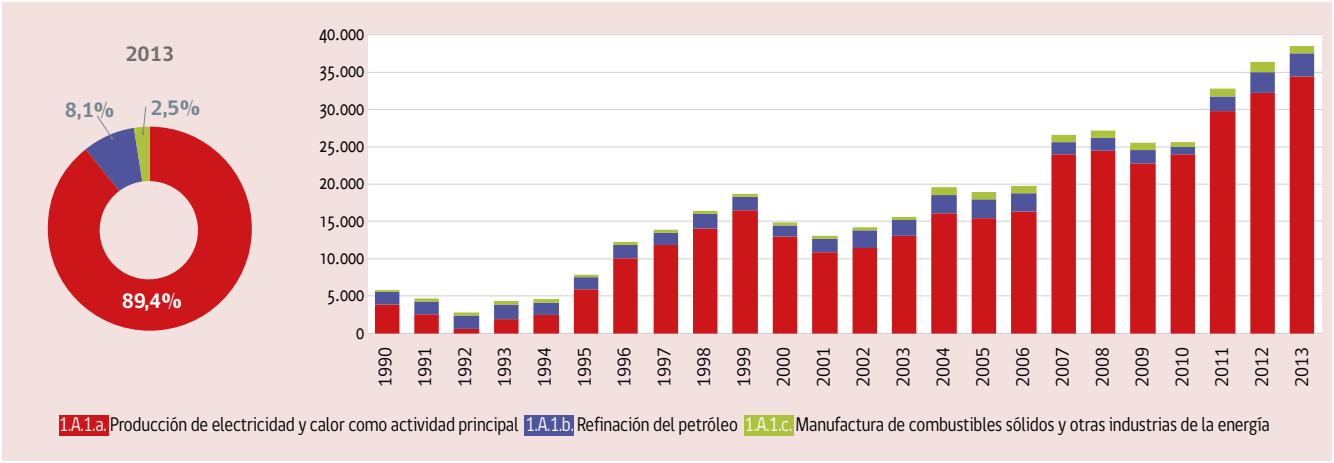
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-17. Actividades de quema de combustible: diferencia porcentual entre las emisiones de CO_2 del Método sectorial y el Método de referencia, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-18. 1.A.1. Industrias de la energía: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013

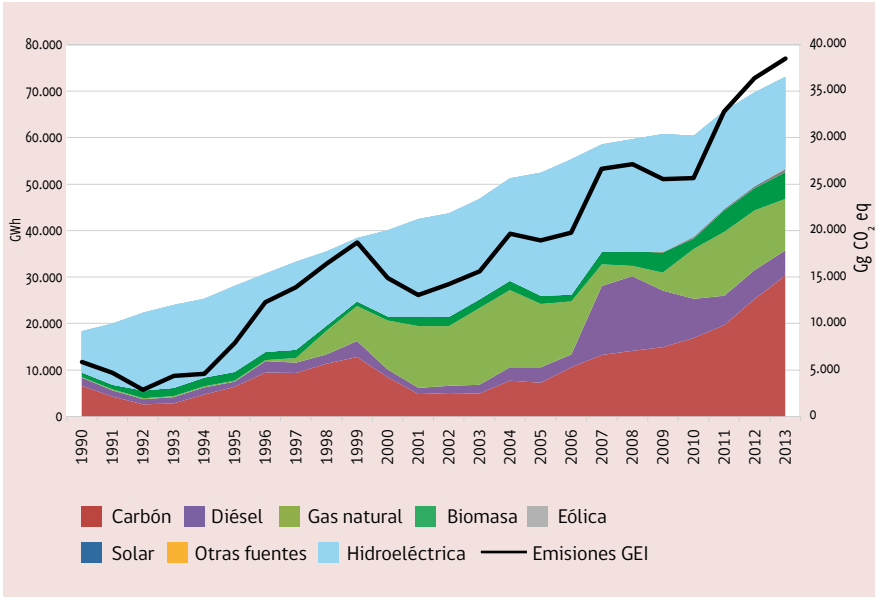


Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Respecto de los componentes (Figura 2-18), la Producción de electricidad y calor como actividad principal es el de mayor relevancia con un 89,4%, seguido de un 8,1% de Refinación del petróleo y un 2,5% de Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía. Las variaciones interanuales se explican por el contexto económico de la época, por ejemplo, la crisis internacional de 2008 y los cambios en la matriz energética.

Al analizar las emisiones de GEI comparándolas con las curvas de generación eléctrica (GWh) de distintas fuentes (Figura 2-19), se aprecia que los máximos de emisión se presentan cuando decrece la generación por fuente hidráulica y aumenta el consumo de diésel y especialmente carbón, como se observa en 1999, 2008 y 2012-2013. La situación contraria ocurre en los períodos 1990-1992 y 2005-2006, donde se ve el aumento de la fuente hidráulica y una disminución en la tendencia de aumento de las emisiones de la subcategoría. Cabe destacar la influencia del uso del gas natural en las emisiones de GEI. En el período 1990-2005 se observa cómo disminuyen las emisiones de

Figura 2-19. 1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal: generación eléctrica por tipo de fuente y emisiones de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA
** Los datos de emisiones No consideran autoproducción, solo servicio público. Estos datos son preliminares.*
*** Los datos de generación sí consideran autoproducción.*

GEI debido al aumento del consumo de gas natural a raíz de la entrada de una gran oferta de este combustible desde Argentina, que desplaza el consumo de carbón y diésel. Asimismo, desde 2007 se aprecia cómo el corte del suministro de gas natural, acompañado de una menor oferta 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, con lo que se retoma la tendencia al alza observada entre 1990 y 1998.

3.4. 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 generación de electricidad y calor para el uso propio de estas industrias. Se excluyen las industrias del rubro energético consideradas en la subcategoría Industrias de la energía.

En 2013, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 14.282,3 Gg CO_2 eq (16,8%), incrementándose en un 16,5% desde 1990, sin embargo han disminuido en un 3,5% desde 2010 (Tabla 2-21). El leve incremento que han presentado se debe a que, en general, la actividad de la industria manufacturera en Chile no ha aumentado significativamente en los últimos veinte años. El crecimiento económico del país está más relacionado con actividades del comercio y los servicios. Las principales causantes de las variaciones interanuales son la minería del cobre, la desaparición de algunas industrias por la competencia internacional y los costos de producción (azúcar y siderurgia), y la industria no especificada que por su definición tiene alta variabilidad.

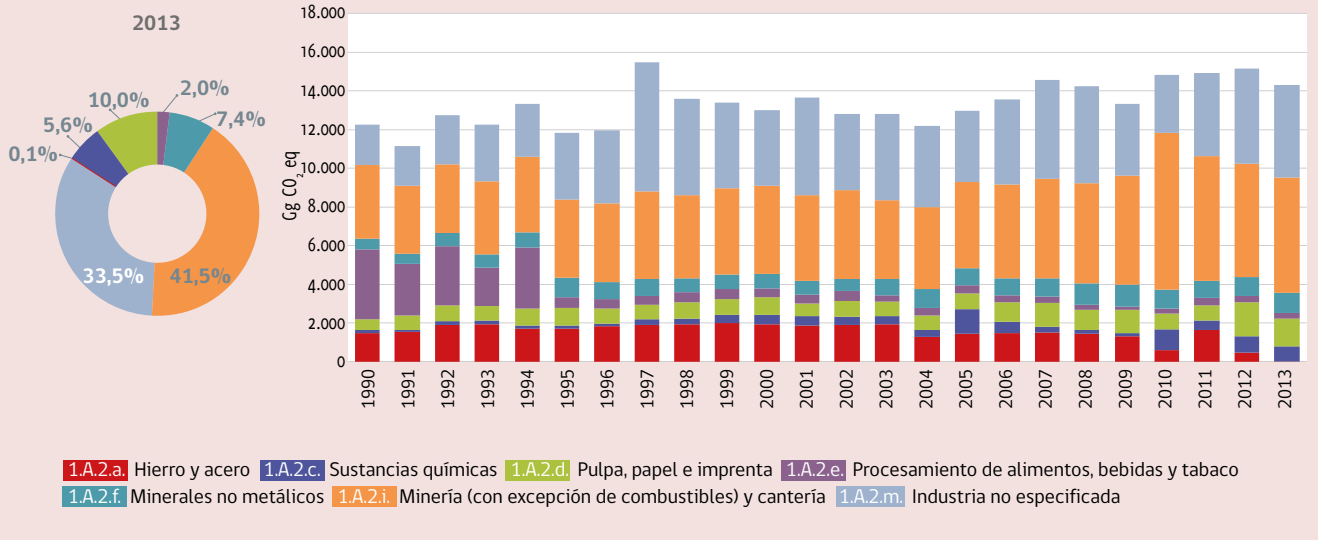
Respecto de los componentes (Figura 2-20), la Minería (con excepción de combustibles) y cantería es el de mayor relevancia con un 41,5%, seguido de un 33,5% de Industria no especificada, 10,0% Pulpa, papel e imprenta, 7,4% de Minerales no metálicos, 5,6% de Sustancias químicas, 2,0% Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, y Hierro y acero un 0,1%.

Tabla 2-21. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013

Componente	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.2.a. Hierro y acero	1.494,9	1.948,4	587,0	1.635,1	457,2	9,2
1.A.2.c. Sustancias químicas	141,1	472,1	1.097,0	490,8	863,1	798,1
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	555,7	906,6	804,2	771,1	1.762,3	1.427,9
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	3.599,4	471,2	250,9	393,3	318,7	285,9
1.A.2.f. Minerales no metálicos	572,5	745,8	985,7	902,2	957,3	1.054,3
1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	3.799,6	4.539,8	8.092,0	6.437,7	5.854,3	5.923,5
1.A.2.m. Industria no especificada	2.094,3	3.923,4	2.984,9	4.270,9	4.910,0	4.783,4
Total	12.257,5	13.007,4	14.801,8	14.901,0	15.122,8	14.282,3

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-20. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013

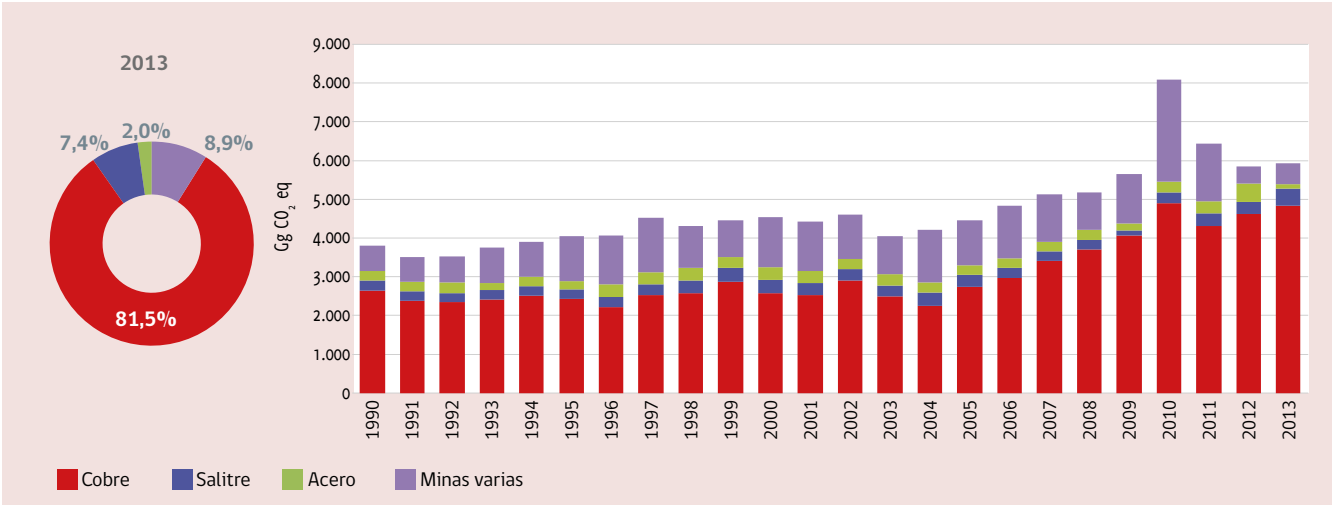


Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Para Chile la minería es su principal industria, por lo que es importante conocer en detalle sus emisiones. El cobre es la minería de mayor consumo energético con un 81,5% de las emisiones en 2013, seguido de un 8,9% de minas varias, 7,4% de salitre y 2,1% de acero. En la Figura 2-21 se observa que en 2010 hubo un incremento fuera de la tendencia, lo que de acuerdo con los datos del BNE se debe a un aumento en el consumo de gas natural en la minería del cobre y en minas varias. Sin embargo, es probable que este aumento se deba más bien a una diferencia en la metodología de elaboración del BNE para ese año.

Tránsito en Santiago

Figura 2-21. 1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcomponente, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

3.5. Transporte (1.A.3.)

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, etc.), excluyendo el transporte militar y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que se reportan por separado (ver sección 7).

En 2013, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 24.545,7 Gg CO_2 eq (28,9%), incrementándose en un 165,4% desde 1990 y en un 17,1% desde 2010 (Tabla 2-22). La principal causante es el crecimiento del parque automotor nacional inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país.

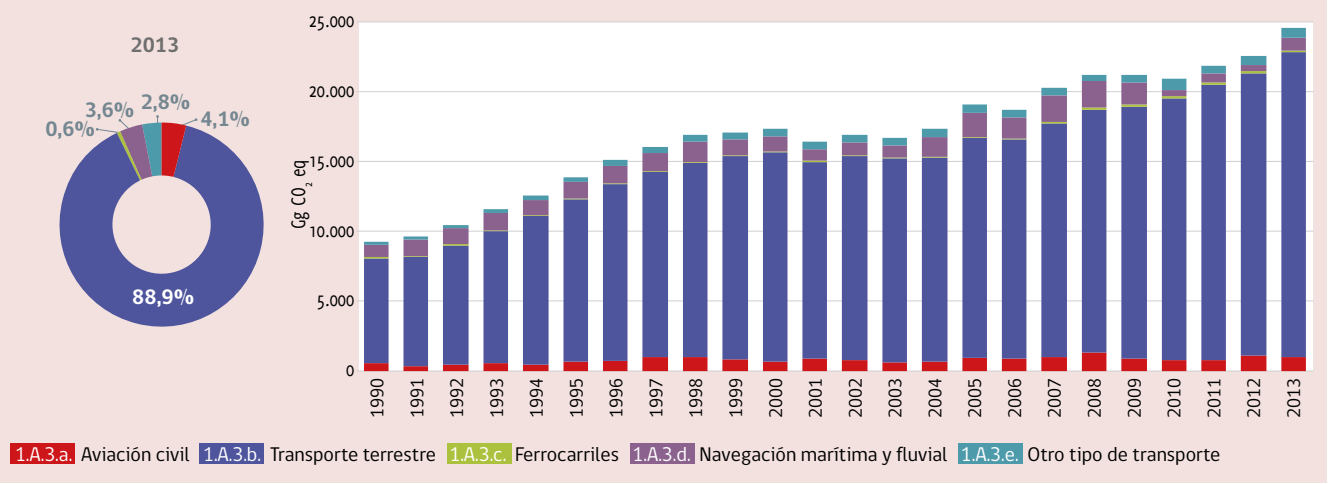
Respecto de los componentes (Figura 2-22), el Transporte terrestre es el de mayor relevancia con un 88,9% de las emisiones de GEI, seguido de un 4,1% de Aviación nacional, 3,6% de Navegación nacional, 2,8% de Otro tipo de transporte y un 0,6% de Ferrocarriles.

Tabla 2-22. 1.A.3. Transporte: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013

Componente	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.3.a. Aviación civil	568,0	683,0	789,8	806,0	1.132,1	998,6
1.A.3.b. Transporte terrestre	7.522,5	14.993,3	18.752,7	19.709,5	20.164,9	21.812,1
1.A.3.c. Ferrocarriles	64,5	64,1	153,2	158,8	160,4	155,4
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	880,4	1.079,0	434,4	621,8	467,7	889,2
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	213,9	529,6	822,3	565,5	630,3	690,4
Total	9.249,3	17.348,9	20.952,5	21.861,6	22.555,3	24.545,7

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

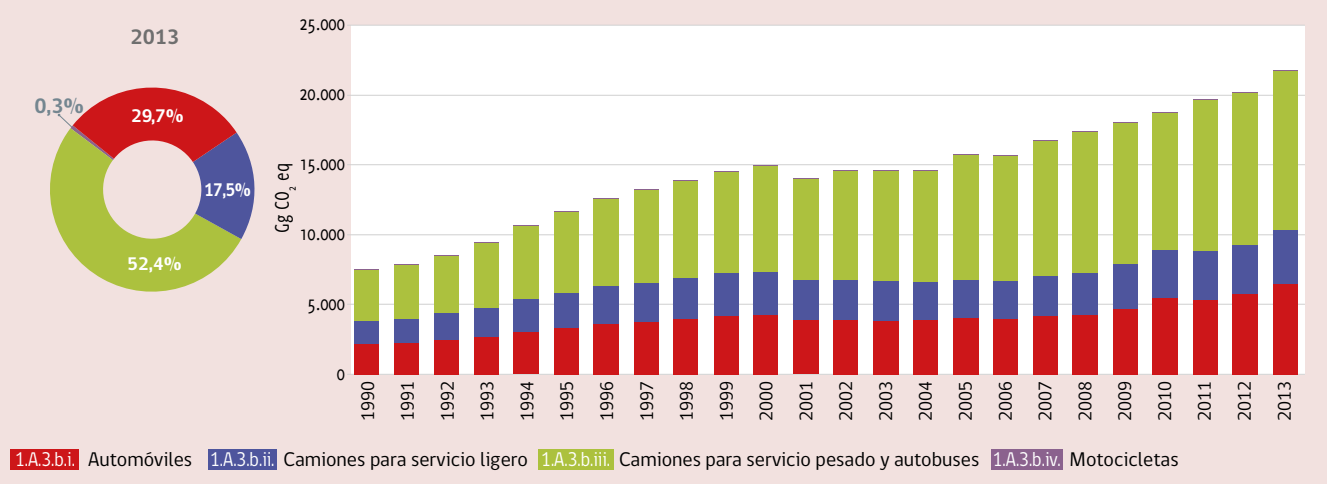
Figura 2-22. 1.A.3. Transporte: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

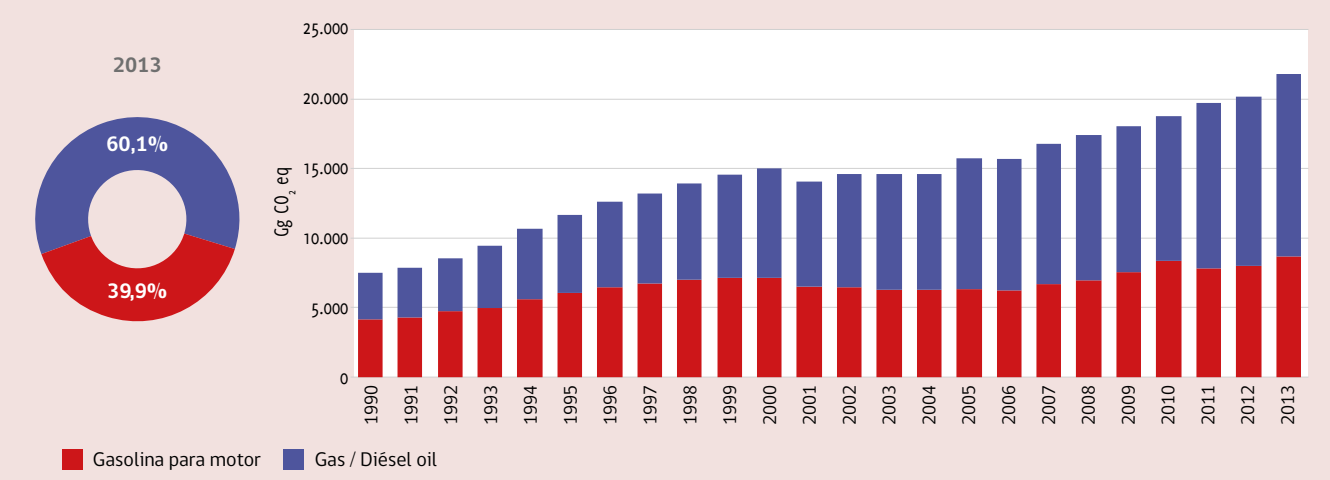
Como Transporte terrestre es el componente principal de la subcategoría, fue desagregado por subcomponentes (Figura 2-23). En 2013, el mayor porcentaje de emisiones fue de Camiones para servicio pesado y autobuses con un 52,4%, luego viene Automóviles con un 29,7% seguido de Camiones para servicio ligero con un 17,5%, y finalmente Motocicletas con un 0,3%.

Figura 2-23. 1.A.3.b. Transporte terrestre: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcomponente, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-24. **1.A.3.b. Transporte terrestre: emisiones de CO_2 (Gg CO_2 eq) por combustible, serie 1990-2013.**



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

A nivel del Transporte terrestre por tipo de combustible (Figura 2-24), el Gas/Diésel oil es el de mayor importancia con un 60,1% en 2013, mientras que Gasolina para motor correspondió a un 39,9%.

3.6. 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.

Rancagua

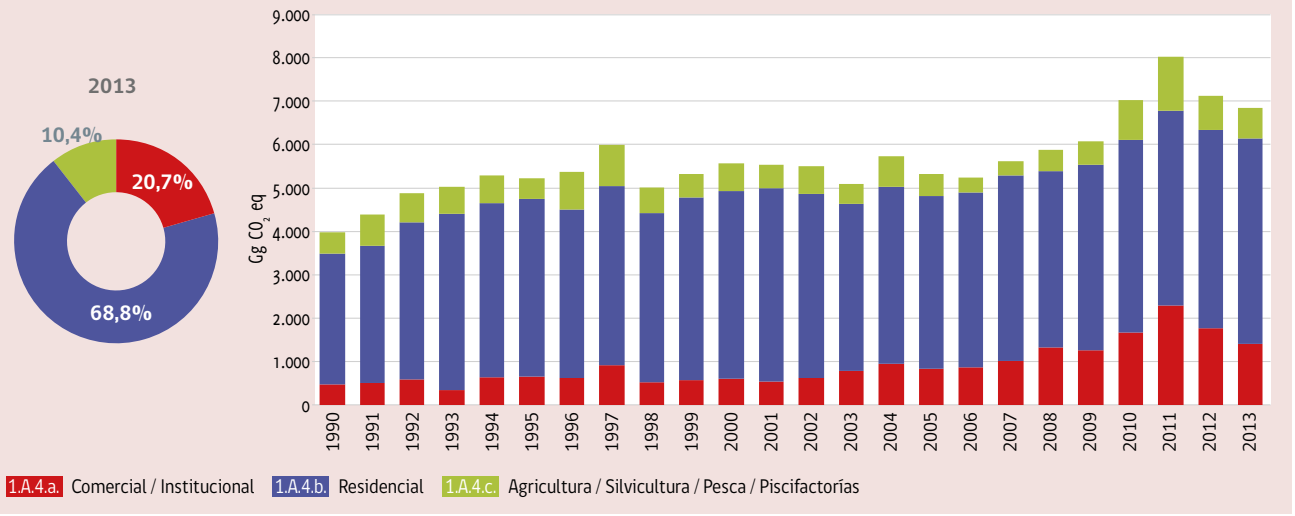
En 2013, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 6.846,4 Gg CO_2 eq (8,0%), incrementándose en un 72,2% desde 1990 y disminuyeron en un 2,6% desde 2010 (Tabla 2-23). En 2011 se observa un incremento fuera de la tendencia atribuido a un aumento del consumo de diésel en los componentes Comercial / Institucional y Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías. Luego, en 2012 y 2013 se observa una desaceleración en estos mismos, probablemente por un cambio metodológico en la construcción del BNE durante estos años.

Tabla 2-23. **1.A.4. Otros sectores: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013**

Componente	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.4.a. Comercial / Institucional	486,7	612,4	1.680,6	2.291,6	1.776,6	1.419,3
1.A.4.b. Residencial	3.004,1	4.322,8	4.417,6	4.488,0	4.550,9	4.712,4
1.A.4.c. Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	484,0	627,0	930,0	1.235,1	795,3	714,6
Total	3.974,8	5.562,1	7.028,2	8.014,6	7.122,8	6.846,4

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-25. 1.A.4. Otros sectores: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013



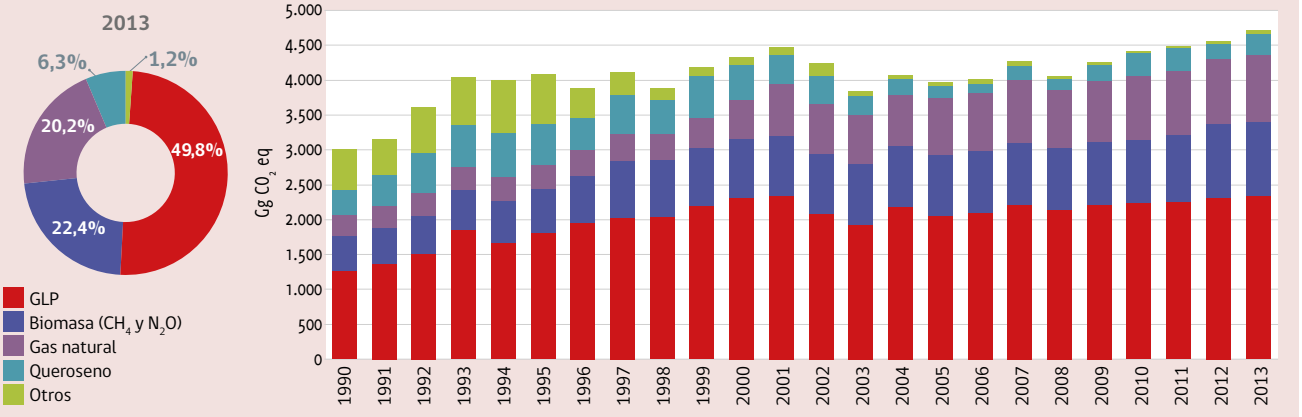
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Respecto de los componentes (Figura 2-25), Residencial es el de mayor relevancia con un 68,8% de las emisiones de GEI, seguido de un 20,7% de Comercial / Institucional y de un 10,4% de Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías.

En lo que respecta al componente Residencial por tipo de combustible (Figura 2-26), el Gas licuado de petróleo es el de mayor importancia con un 49,8%, seguido de un 22,4% de Biomasa (incluye solo emisiones de CH_4 y N_2O), 20,2% de Gas natural, 6,3% de Queroseno y un 1,2% de Otros combustibles.

Trasvasije de Avena

Figura 2-26. 1.A.4.b. Residencial: emisiones de GEI (Gg CO2 eq) por combustible, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

3.7. Emisiones fugitivas: Combustibles sólidos (1.B.1.) y petróleo y gas natural (1.B.2.)

Se consideran emisiones fugitivas a todas las emisiones intencionales o no intencionales de GEI liberadas durante la extracción, el procesamiento, almacenamiento y la distribución de combustibles fósiles.

En 2013, las emisiones de GEI de ambas subcategorías contabilizaron 882,6 Gg CO_2 eq (1,0%), disminuyendo en un 53,4% desde 1990 y en un 13,3% desde 2010 (Tabla 2-24). Las principales causantes de la disminución son la reducción de la producción de carbón de la minería subterránea y superficial, y la caída de la oferta de gas natural desde Argentina.

Respecto de las subcategorías (Figura 2-27), el Petróleo y gas natural es la de mayor relevancia con un 89,6%, seguido de Combustibles sólidos con un 10,4% restante. Las variaciones interanuales observadas se deben principalmente a cambios en la oferta del gas natural.

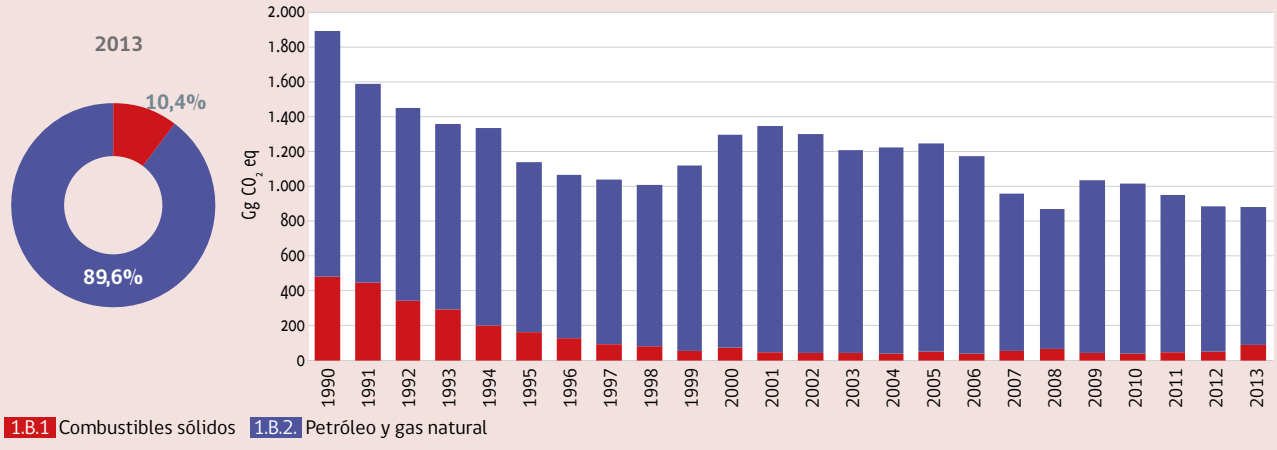
Combustibles ENAP, Karina Bahamonde

Tabla 2-24. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.B.1. Combustibles sólidos	481,5	74,2	40,0	47,5	51,1	92,1
1.B.2. Petróleo y gas natural	1.412,7	1.221,0	977,9	902,3	835,9	790,6
Total	1.894,1	1.295,2	1.017,9	949,7	887,1	882,6

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 2-27. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (2)

El sector *Procesos industriales y uso de productos* (*IPPU*) del INGEI de Chile incluye las emisiones de GEI producidas por una gran variedad de actividades industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos. Además, considera el uso de GEI en los productos y los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles.

El sector IPPU representó el 6,0% de las emisiones de GEI totales (excluyendo FOLU) en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 6.619,4 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 111,7% desde 1990 y en un 10,2% desde 2010 (Tabla 2-25). En general, las principales causantes son el aumento sostenido de las producciones de hierro y acero, cal, ácido nítrico y cemento.

Archivo MMA.

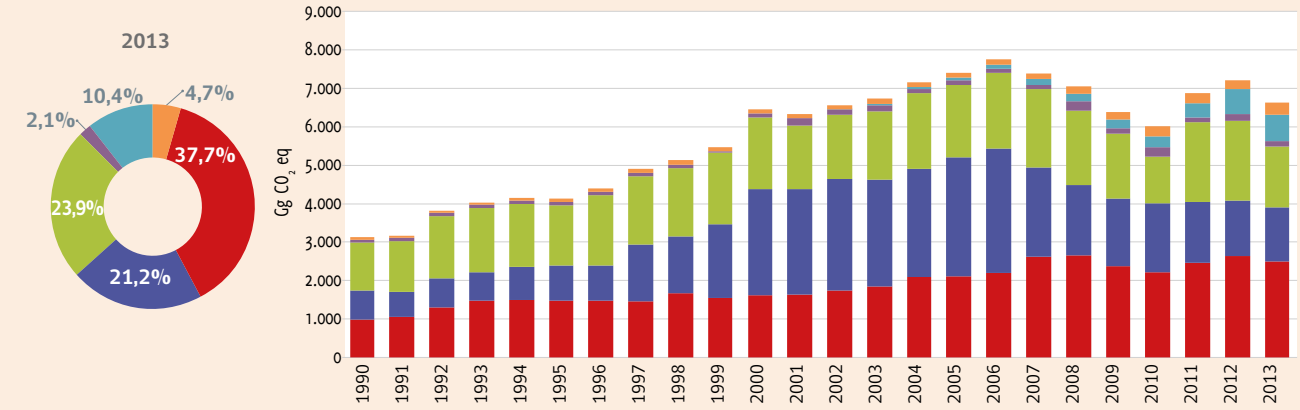
Respecto de las categorías (Figura 2-28), el 37,7% de las emisiones de GEI del sector corresponde a la categoría Industria de los minerales, seguida de un 23,9% de Industria de los metales, 21,2% de Industria química, 10,4% de Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono,

Tabla 2-25. Sector IPPU: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013

Categoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.A. Industria de los minerales	982,8	1.619,1	2.215,1	2.470,5	2.645,5	2.496,7
2.B. Industria química	755,4	2.768,0	1.797,6	1.566,7	1.437,0	1.400,9
2.C. Industria de los metales	1.249,8	1.849,0	1.209,7	2.073,0	2.066,3	1.584,3
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	75,1	114,8	241,0	128,9	188,0	142,0
2.F. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NO	NO	290,3	372,6	633,8	686,9
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	64,3	98,6	254,4	256,7	244,3	308,7
Total	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4

NO = No ocurre
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 2-28. Sector IPPU: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

un 4,7% de Manufactura y utilización de otros productos y, finalmente, un 2,1% de Productos no energéticos de combustible y uso de solventes. Los principales causantes del incremento entre 1990 y 2006 son el crecimiento sostenido de la producción de metanol, de la industria del cemento y de la industria de la cal. Desde 2006 se observa una brusca caída de las emisiones por la disminución de la oferta argentina de gas natural, materia prima para la producción de metanol. Además, desde 2008 la actividad industrial del país cae bruscamente debido a la crisis económica internacional, que afectó la producción de cemento y cal y, especialmente, a la industria del hierro y acero. Esta crisis duró hasta 2010, momento en que se produce una reactivación económica que disminuye nuevamente en 2013. Por otra parte, el consumo de HFC para refrigeración y climatización aumenta fuertemente en 2012.

En 2013, el principal GEI emitido por el sector fue el CO_2, representando un 65,9% de las emisiones totales de GEI del sector. Lo sigue el N_2O con un 18,9% y los HFC con un 10,3%. El SF_6 alcanza un 4,7% de las emisiones, el CH_4 un 0,2% y, por último, los PFC totalizan un 0,1% (Tabla 2-26 y Figura 2-29).

Tabla 2-26. Sector IPPU: emisiones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

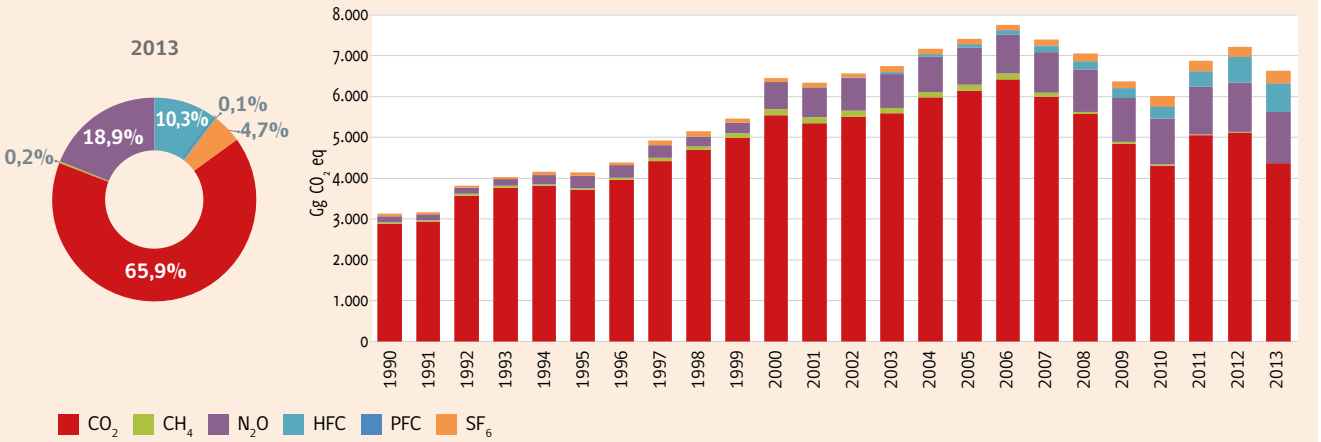
GEI	1990	2000	2010	2011	2012	2013
CO_2	2.880,6	5.535,0	4.293,2	5.044,4	5.110,7	4.360,2
CH_4	41,4	140,8	45,3	26,9	15,2	9,9
N_2O	141,2	675,2	1.124,9	1.167,8	1.210,7	1.253,7
HFC	NO	NO	284,2	366,7	628,2	681,4
PFC	NO	NO	6,1	5,9	5,7	5,4
SF_6	64,3	98,6	254,4	256,7	244,3	308,7
Total	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4

NO = No ocurre
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

4.1. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector IPPU se aplicaron métodos Nivel 1 y Nivel 2. La inclusión de este último es un importante avance en comparación con el INGEI de Chile anterior. El método Nivel 2 se aplicó para las emisiones de CO_2 de la categoría Industria de los minerales. Es importante destacar que se mejoró la desagregación de uso por aplicaciones de gases HFC y PFC para la categoría Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono. Además, por primera vez se estimaron las emisiones de SF_6 de los equipos eléctricos en la categoría Manufactura y utilización de otros productos. Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar el Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2013.

Figura 2-29. Sector IPPU: emisiones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

4.2. Industria de los minerales (2.A.)

Esta categoría incluye las emisiones de CO_2 relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales.

La categoría Industria de los minerales es la principal categoría emisora de GEI del sector IPPU (37,7%). En 2013, sus emisiones de GEI contabilizaron 2.496,7 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 154,0% desde 1990 y en un 12,7% desde 2010 (Tabla 2-27).

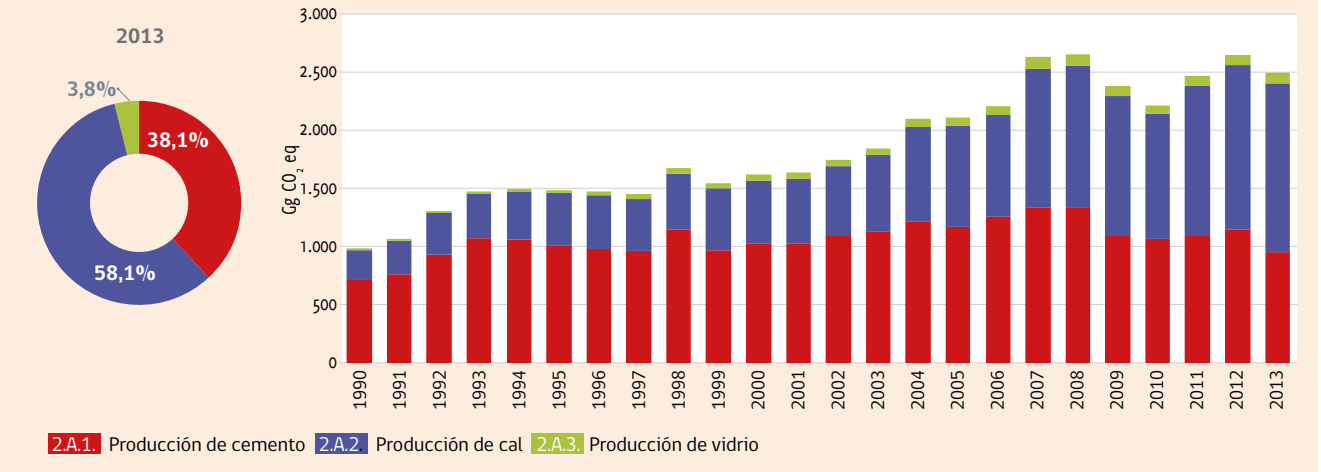
Tabla 2-27. 2.A. Industria de los minerales: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013.

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.A.1. Producción de cemento	714,5	1.028,6	1.065,3	1.099,5	1.147,7	950,7
2.A.2. Producción de cal	256,3	537,9	1.076,4	1.283,7	1.413,1	1.451,3
2.A.3. Producción de vidrio	12,0	52,6	73,4	87,3	84,7	94,6
Total	982,8	1.619,1	2.215,1	2.470,5	2.645,5	2.496,7

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Respecto de las subcategorías (Figura 2-30), la Producción de cal es la de mayor relevancia con un 58,1%, seguida de un 38,1% de Producción

Figura 2-30. 2.A. Industria de los minerales: tendencia de las emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

de cemento y un 3,8% de Producción de vidrio. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el gran aumento de la industria de la cal, que ha crecido fuertemente desde 2007. También han influido la disminución de la producción de cemento a partir del 2009, debido a la baja de la actividad de construcción, producto de la crisis económica, la que se recupera a partir del 2010 y luego vuelve a bajar en 2013.

4.3. Industria química (2.B.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI que resultan de la producción de varios productos inorgánicos y orgánicos para los cuales la experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisión mundial o nacional de GEI.

En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 1.400,9 Gg CO_2 eq (21,2%), incrementándose en un 85,4% desde 1990, debido al crecimiento sostenido de la Producción de ácido nítrico. Sin embargo, las emisiones de GEI han disminuido desde 2006 por la fuerte caída de la producción de metanol, asociada a la disminución de la oferta de gas natural, principal insumo de la industria, que redujo sus emisiones en un 22,1% desde 2010 (Tabla 2-28).

Respecto de las subcategorías (Figura 2-31), la Producción de ácido nítrico es la de mayor relevancia con un 89,5%, seguida de un 10,5% de la Producción petroquímica y de negro de humo.

Tabla 2-28. 2.B. Industria química: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.B.2. Producción de ácido nítrico	141,2	675,2	1.124,9	1.167,8	1.210,7	1.253,7
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	614,3	2.092,8	672,7	398,9	226,2	147,2
Total	755,4	2.768,0	1.797,6	1.566,7	1.437,0	1.400,9

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

4.4. Industria de los metales (2.C.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI que resultan de la producción de metales como el hierro y acero, ferroaleaciones, plomo, cinc, aluminio, etcétera.

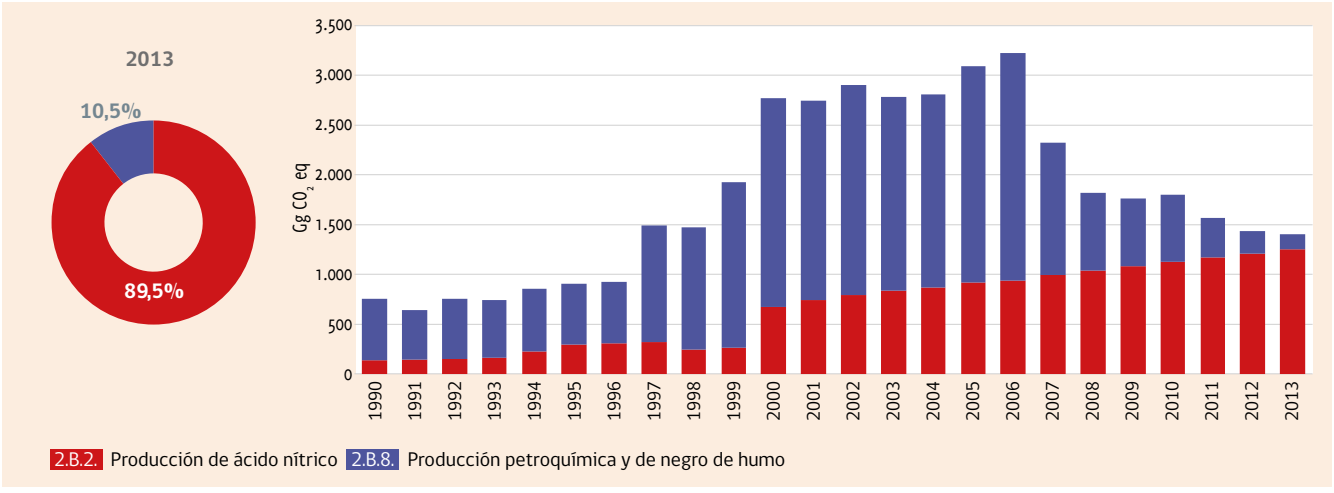
En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 1.584,3 Gg CO_2 eq (23,9%), incrementándose en un 26,8% desde 1990 y en un 31,0% desde 2010 (Tabla 2-29).

Tabla 2-29. 2.C. Industria de los metales: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.C.1. Producción de hierro y acero	1.218,1	1.840,5	1.209,4	2.072,9	2.066,2	1.584,2
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	31,7	8,5	0,2	0,0	0,1	0,1
Total	1.249,8	1.849,0	1.209,7	2.073,0	2.066,3	1.584,3

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 2-31. 2.B. Industria química: tendencia de las emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Respecto de las subcategorías (Figura 2-32), la Producción de hierro y acero es la de mayor relevancia con prácticamente el 100,0% de las emisiones de GEI, mientras que la Producción de ferroaleaciones tiende al 0,0%. Las variaciones interanuales se explican por el crecimiento de la industria del hierro y el acero, dado que la participación e influencia de la industria de las ferroaleaciones es nula. A partir de 2008 se observa una fuerte disminución de la actividad del hierro y el acero debido a la crisis económica, que se agudiza en 2010. En 2011 se registra un aumento en esta actividad, que va nuevamente hacia la baja en 2013, lo que evidencia la alta fluctuación de estos mercados.

4.5. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (2.D.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI que resultan de los primeros usos de los combustibles fósiles como productos con fines primarios, excepto: i) la combustión con fines energéticos, y ii) el uso como sustancia de alimentación de procesos o como agente reductor.

En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 142,0 Gg CO_2 eq (2,1%), incrementándose en un 89,0% desde 1990 y disminuyendo en un 41,1% desde 2010 (Tabla 2-30).

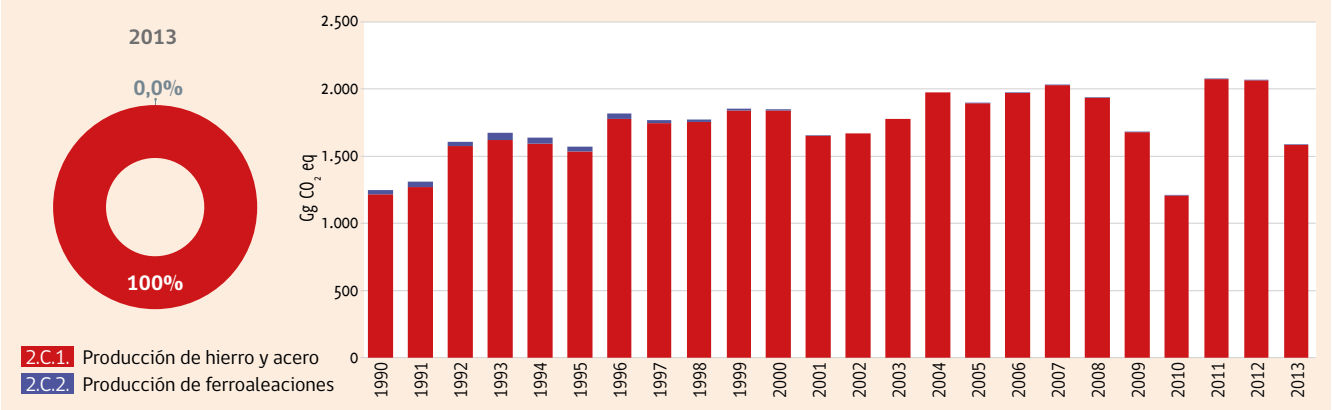
Respecto de las subcategorías (Figura 2-33), el Uso de lubricantes es la de mayor relevancia con un 91,7%, mientras que Uso de la cera de parafina aporta el 8,3%. El principal causante

Tabla 2-30. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.D.1. Uso de lubricantes	68,1	105,7	231,8	119,9	179,3	130,3
2.D.2. Uso de la cera de parafina	7,1	9,1	9,3	9,0	8,7	11,7
Total	75,1	114,8	241,0	128,9	188,0	142,0

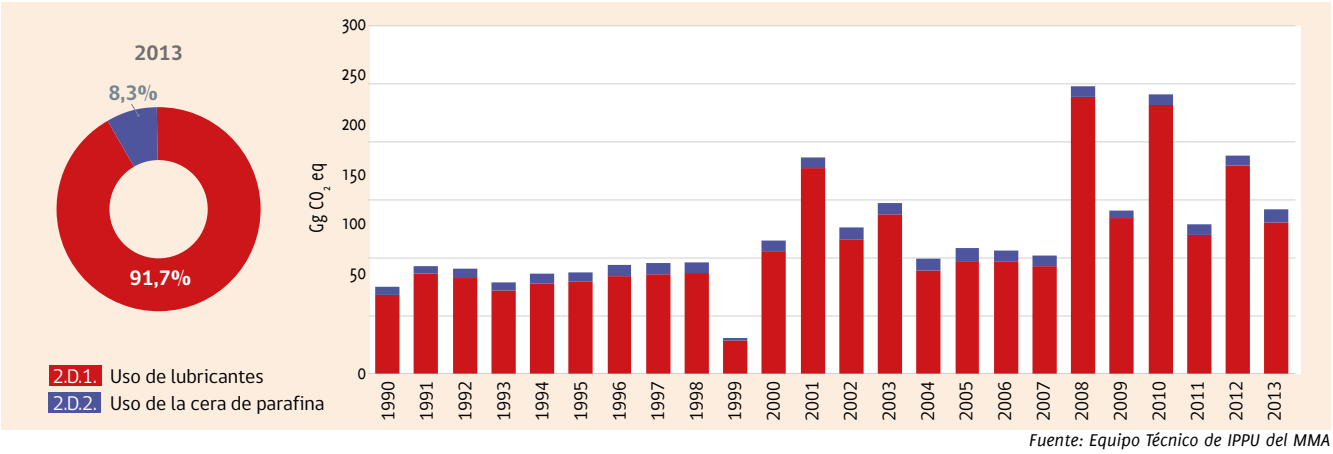
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 2-32. 2.C. Industria de los metales: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 2-33. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de lubricantes y, por consiguiente, la importación y producción del mismo.

4.6. Uso de productos 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.

En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 686,9 Gg CO_2 eq (10,4%). Desde 2002, año en que comienza a registrarse la existencia de estas sustancias en el país, las emisiones de GEI se han incrementado en un importante 4.438,9% y en un 137,0% desde 2010. Esto se debe principalmente al aumento en el consumo de HFC para la refrigeración y la climatización. Se observa una fuerte alza en 2012 (Tabla 2-31).

Pauta Combustibles, Karina Bahamonde

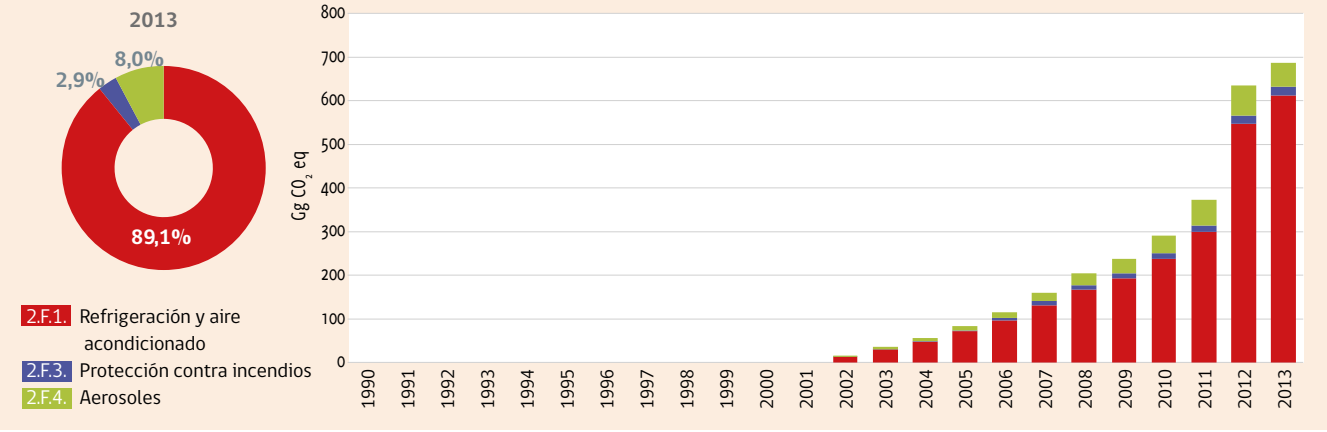
Respecto de las subcategorías (Figura 2-34), la Refrigeración y aire acondicionado es la de mayor relevancia con un 89,1% de las emisiones totales, seguida de un 8,0% de Aerosoles y de un 2,9% de Protección contra incendios.

Tabla 2-31. 2.F. Uso de productos sustitutos que las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	NO	236,9	298,7	547,3	611,8
2.F.3. Protección contra incendios	NO	NO	12,8	15,3	18,6	19,8
2.F.4. Aerosoles	NO	NO	40,6	58,6	68,0	55,2
Total	NO	NO	290,3	372,6	633,8	686,9

NO = No ocurre
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 2-34. 2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

4.7. Manufactura y utilización de otros productos (2.G.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI por el uso de SF_6, PFC y N_2O en diferentes aplicaciones que se basan en las diferentes propiedades físicas de estas sustancias, como la elevada constante dieléctrica del SF_6, la estabilidad de los PFC y los efectos anestésicos del N_2O.

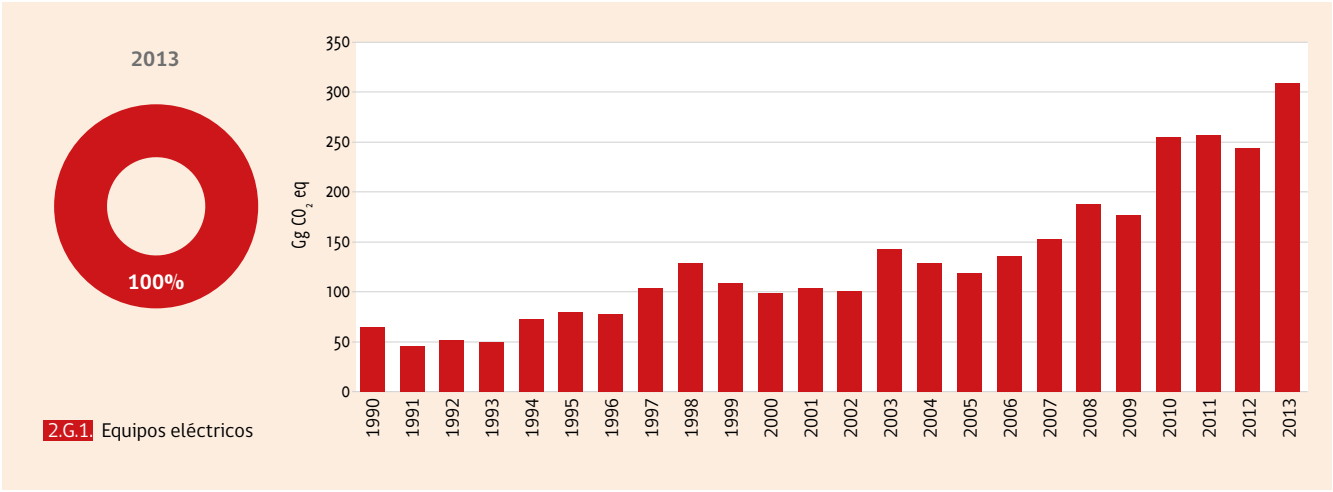
En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 308,7 Gg CO_2 eq (4,7%), incrementándose en un 380,3% desde 1990 y en un 21,4% desde 2010 (Tabla 2-32). Las emisiones de esta categoría corresponden en su totalidad a las emisiones de la subcategoría Equipos eléctricos (Figura 2-35).

Tabla 2-32. 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
2.G.1. Equipos eléctricos	64,3	98,6	254,4	256,7	244,3	308,7
Total	64,3	98,6	254,4	256,7	244,3	308,7

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 2-35. 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



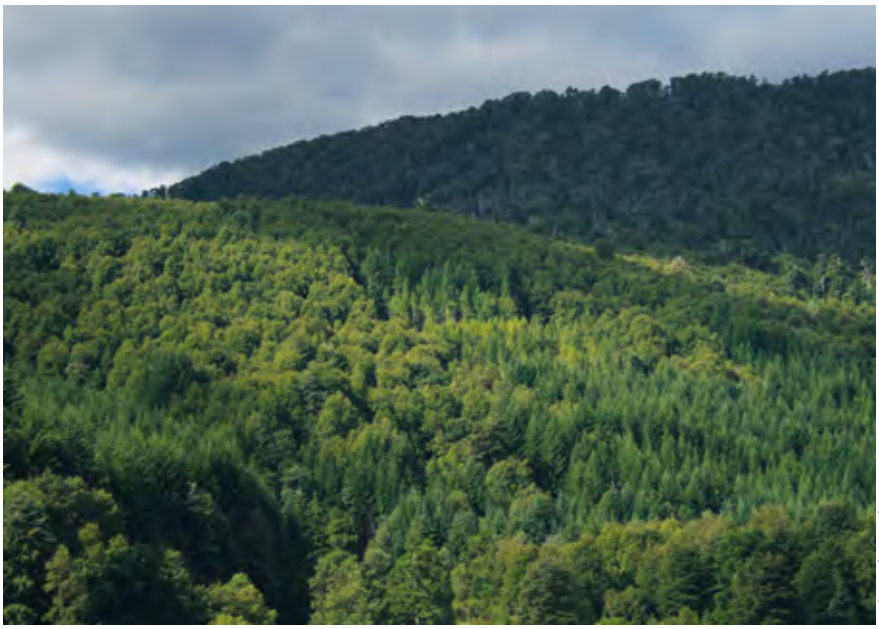
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Archivo MMA.

5. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (3)

El sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) del INGEI de Chile incluye las emisiones GEI asociadas a las actividades agropecuarias y las emisiones y absorciones de CO_2 asociadas a la silvicultura y gestión de las tierras, incluyendo la ganancia o pérdida de la biomasa producto del cambio de uso de la tierra.

El sector AFOLU 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. En 2013, el balance de GEI del sector contabilizó -26.119,2 Gg CO_2 eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 15,4% desde 1990 y en un 14,4% desde 2010 (Tabla 2-33). En términos generales, esto se debe a que la categoría Tierras disminuyó sus absorciones, mientras que las emisiones de GEI de las categorías asociadas a la actividad agropecuaria (Ganadería y Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra) se han mantenido estables durante la serie 1990-2013.



Karina Bahamonde

Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría (Figura 2-36), el 73,8% corresponde a Tierras, seguido de un 15,5% de Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra y, finalmente, un 10,6% correspondiente a Ganadería. Por su peso en el balance, cualquier aumento o disminución de las emisiones o absorciones de Tierras afecta significativamente a todo el sector, e incluso al balance general del INGEI de Chile. Un buen ejemplo de ello es la significativa reducción del balance de GEI (en desmedro de la absorción) en 1998 y 2002, que fue consecuencia directa de las emisiones de GEI generadas por incendios fores-

Tabla 2-33. Sector AFOLU: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013

Categoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
3.A. Ganadería	5.744,6	6.161,3	5.382,8	5.291,3	5.616,9	5.818,9
3.B. Tierras	-43.921,6	-46.854,0	-44.132,3	-37.724,7	-32.654,9	-40.448,8
3.C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra	7.310,7	7.873,5	8.235,1	8.093,4	8.627,2	8.510,7
Balance	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2

Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

tales de bosque nativo y plantaciones forestales. Hacia el final del período se observa un alza de la absorción de GEI debido a la expansión de la biomasa en plantaciones forestales y bosques naturales de segundo crecimiento (conocidos como renovales) y a la disminución de la superficie afectada por incendios forestales. Por otro lado, las categorías asociadas a la actividad agropecuaria se han mantenido estables en el tiempo.

En 2013, el principal GEI de las emisiones y absorciones en términos absolutos fue el CO_2, representando un 74,3% del sector. Lo sigue el N_2O con un 15,2% y el CH_4 con un 10,5% (Tabla 2-34 y Figura 2-37).

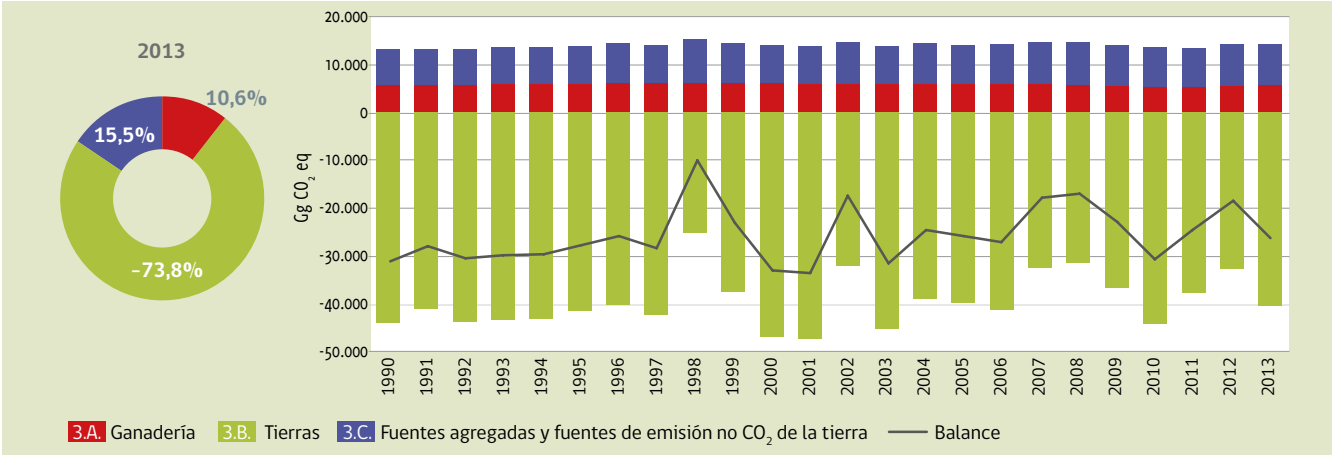
Lechera Consorcio Lechero

Tabla 2-34. Sector AFOLU: emisiones y absorciones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

GEI	1990	2000	2010	2011	2012	2013
CO_2	-43.730,2	-46.485,3	-43.638,3	-37.231,5	-32.156,6	-39.915,0
CH_4	5.949,5	6.107,0	5.331,2	5.188,3	5.657,9	5.632,4
N_2O	6.914,4	7.559,0	7.792,7	7.703,2	8.087,9	8.163,4
Balance	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2

Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Figura 2-36. Sector AFOLU emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Figura 2-37. Sector AFOLU: emisiones y absorciones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

5.1. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI del sector AFOLU se aplicaron métodos Nivel 1 y Nivel 2. En la categoría Ganadería se aplicó el método Nivel 2 para las emisiones de CH_4 del componente Ganado vacuno de la subcategoría Fermentación entérica usando factores de emisión país específico; al igual que para las emisiones de CH_4 del componente Ganado vacuno y Porcinos de la subcategoría Gestión del estiércol. En el caso particular de la categoría Tierras, se usó el método de ganancia y pérdida de biomasa para los depósitos de biomasa aérea, biomasa subterránea y necromasa, que se basa en estimar el cambio anual en las existencias de carbono. Además, se aplicó un método Nivel 2 para el CO_2 de la biomasa aérea y de la biomasa subterránea para todas las componentes de la subcategoría *Tierras forestales* mediante el desarrollo de factores de emisión país específico. Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar el *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2013*.

5.2. Ganadería (3.A.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI generadas por los sistemas de producción animal, en particular, la fermentación entérica que se produce en los sistemas digestivos de los animales y de los sistemas y mecanismos para el almacenamiento y eliminación del estiércol.

En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 5.818,9 Gg CO_2 eq (10,6%), incrementándose en un 1,3% desde 1990 y en un 8,1% desde 2010 (Tabla 2-35). En general, el principal causante de la tendencia de la categoría con los cambios experimentados por la población animal en el país.

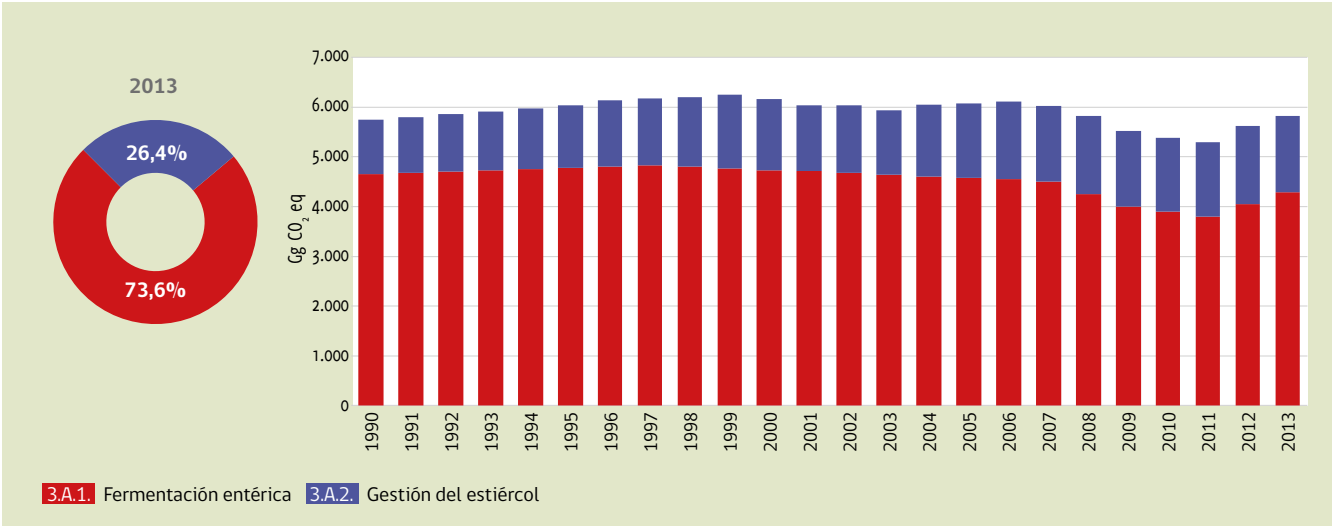
Respecto de las subcategorías (Figura 2-38), la Fermentación entérica es la de mayor relevancia con un 73,6%, disminuyendo en un 8,0% desde 1990, pero volviendo a incrementar en un 9,8% desde 2010. Gestión del estiércol aporta el 26,4% restante de la categoría. Esta última mostró un incremento del 41,1% desde 1990 y un 3,6% desde 2010, influido principalmente por el crecimiento de la población de cerdos y aves.

Tabla 2-35. 3.A. Ganadería: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
3.A.1. Fermentación entérica	4.655,8	4.727,2	3.900,6	3.802,4	4.048,0	4.283,0
3.A.2. Gestión del estiércol	1.088,8	1.434,0	1.482,2	1.488,9	1.568,8	1.536,0
Total	5.744,6	6.161,3	5.382,8	5.291,3	5.616,9	5.818,9

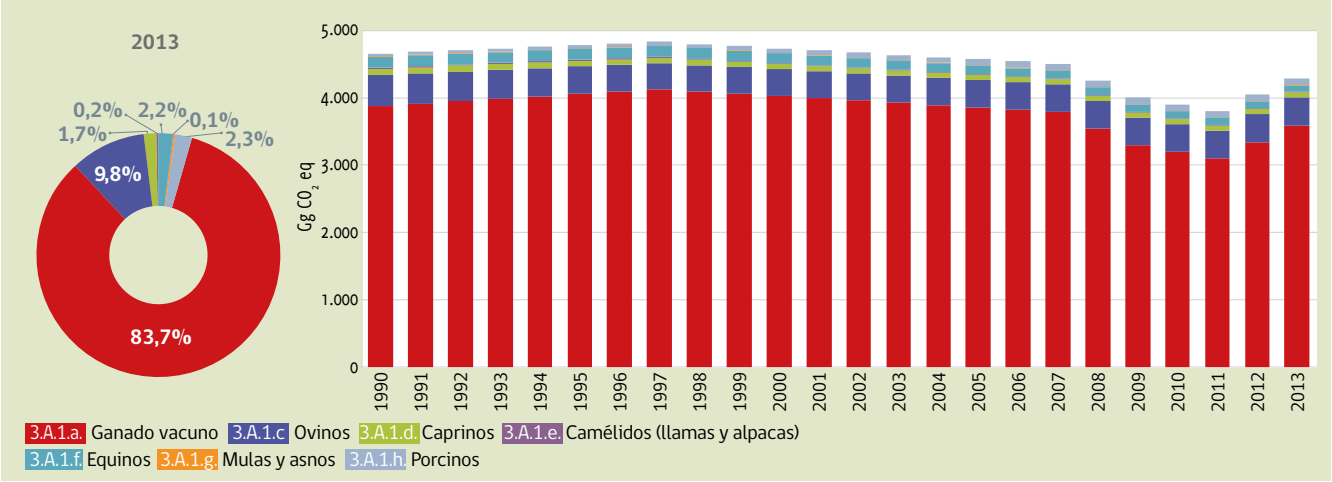
Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Figura 2-38. 3.A. Ganadería: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Figura 2-39. 3.A.1. Fermentación entérica: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Pese a la relevancia de la subcategoría Fermentación entérica en las emisiones de GEI de la categoría, estas se han mantenido estables en el tiempo. En el nivel de los componentes, el Ganado vacuno acumula la mayoría de las emisiones, representando un 83,7% de la subcategoría. Le siguen Ovinos con un 9,8%, Porcinos con un 2,3%, Equinos con un 2,2% y otros animales con 2,0% (Figura 2-39).

En el periodo 1990-2013, la mayor fluctuación en las emisiones estuvo asociada a la especie Ganado vacuno, con una baja que se inicia en 2007 y que entró en fase de recuperación a partir del 2011. La fluctuación se debió a una fuerte sequía que afectó el sur del país, principal zona de concentración de estos animales, por la incidencia del fenómeno de La Niña, asociado a alzas significativas en el costo de fertilizantes; todo ello supuso una reducción importante de la producción de forraje. Por ello hubo que sacrificar animales, lo que implicó una baja en las poblaciones y con ello de las emisiones de GEI de esta subcategoría. Posteriormente, se evidencia una recuperación de la población y por lo tanto de sus emisiones. La población de las otras especies animales se ha mantenido estable en el tiempo, y en consecuencia, sus emisiones.

5.3. Tierras (3.B.)

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO_2 generadas como resultado del uso, gestión y cambio de uso de la tierra.

En 2013, el balance de GEI contabilizó una absorción de -40.448,8 Gg de CO_2 eq (73,8%). Durante toda la serie temporal el balance es favorable a la absorción, aunque ha disminuido un 7,9% desde 1990, y un 8,3% desde 2010 (Tabla 2-36). Las principales causantes de la tendencia de la categoría son las actividades dentro de Tierras forestales, como el incremento de la biomasa forestal y los incendios forestales.

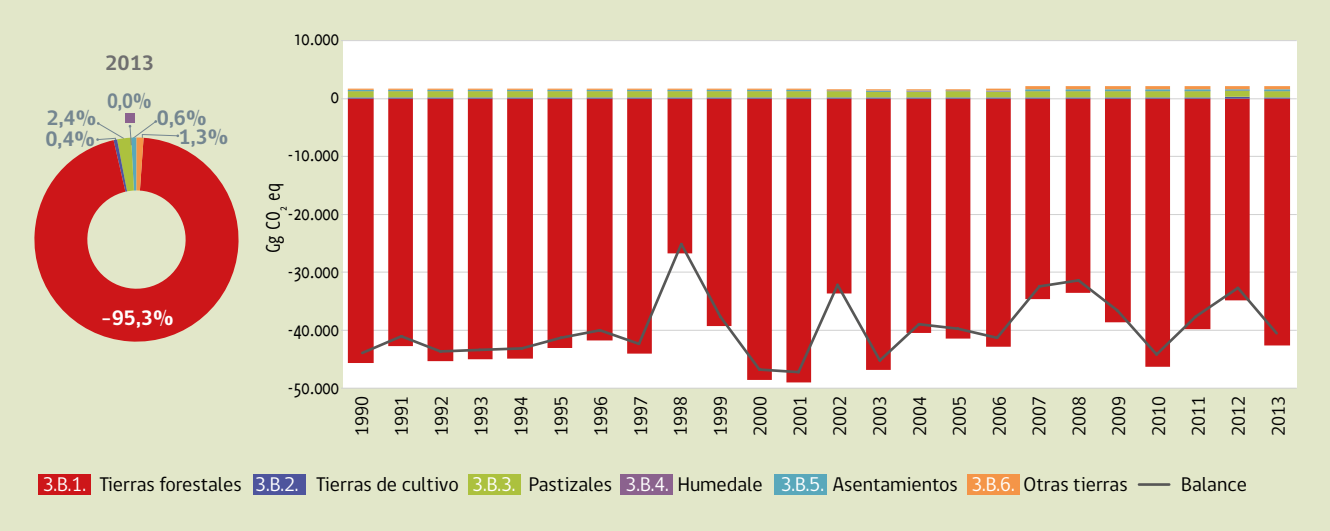
Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría (Figura 2-40), el 95,3% corresponde a *Tierras forestales*, seguida de un 2,4% de *Pastizales*, 1,3% de *Otras tierras* y, finalmente, 1,1% correspondiente al resto de usos (*Asentamientos, Tierras de cultivo y Humedales*). *Tierras forestales* es el único uso de tierra que en su balance de GEI presenta la condición de sumidero, mientras que los otros usos de la tierra son emisores netos de GEI.

Tabla 2-36. 3.B. Tierras: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
3.B.1. Tierras forestales	-45.598,5	-48.520,4	-46.234,6	-39.826,6	-34.807,9	-42.548,9
3.B.2. Tierras de cultivo	137,7	132,7	190,7	190,2	241,1	188,2
3.B.3. Pastizales	1.147,0	1.141,8	1.066,7	1.066,7	1.066,7	1.066,7
3.B.4. Humedales	0,4	0,4	12,5	12,5	12,5	12,5
3.B.5. Asentamientos	218,3	218,2	268,8	269,0	269,1	269,2
3.B.6. Otras tierras	173,5	173,2	563,6	563,6	563,7	563,6
Balance	-43.921,6	-46.854,0	-44.132,3	-37.724,7	-32.654,9	-40.448,8

Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Figura 2-40. 3.B. Tierras: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

El balance de GEI de la subcategoría Tierras forestales contabilizó -42.548,9 Gg CO_2 eq en 2013, decreciendo su condición de sumidero en un 6,7% desde 1990, y en un 8,0% desde el 2010.

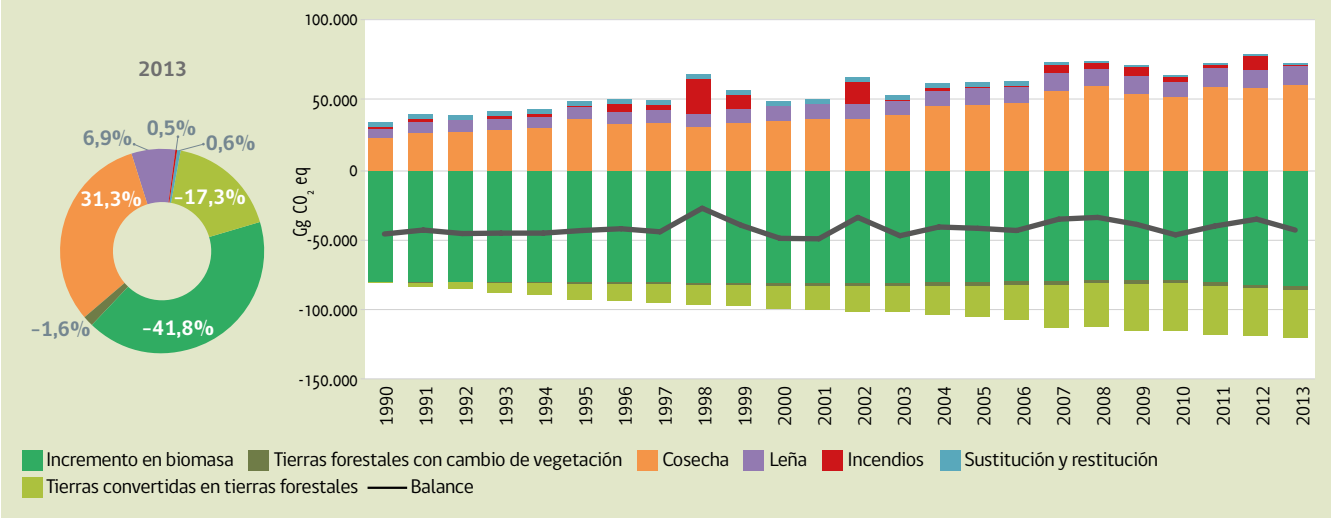
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por componente (Figura 2-41), el Incremento de biomasa es el de mayor importancia con un 41,8%, seguido de un 31,3% de Cosecha, 17,3% de Tierras convertidas en tierras forestales, 6,9% de Leña (consumo), 1,6% de Tierras forestales con cambio de vegetación, 0,6% producto de la Sustitución y Restitución, y 0,5% de Incendios.

Respecto de los sumideros, se aprecia que la absorción por el Incremento de la biomasa se mantiene estable en el tiempo, mientras que la absorción de las Tierras convertidas en tierras forestales presenta un importante incremento debido a la acumulación de biomasa por tierras de otro uso en transición a tierras forestales, lo que se genera por un aumento de la superficie forestada en el país.

Archivo MMA.

Respecto de las fuentes, las emisiones de GEI de la Cosecha muestran un incremento del 162,0% desde 1990 a 2013. Destaca una desaceleración de las emisiones en 2009 atribuible a la crisis económica internacional. Por otro lado, se observa claramente la influencia de las emisiones de GEI generadas por Incendios (en plantaciones forestales y bosque nativo), especialmente en 1998 y 2002, en los que este componente altera la tendencia general del balance de GEI, tanto a nivel sectorial como nacional. Las otras fuentes de GEI se mantienen estables durante la serie temporal.

Figura 2-41. 3.B.1. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

5.4. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra (3.C.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI generadas por actividades silvoagropecuarias como las emisiones no CO_2 de la quema de biomasa, CO_2 del encalado de los suelos y aplicación de urea, N_2O directo e indirecto de la aplicación de nitrógeno a los suelos y gestión de tierras, y CH_4 del cultivo del arroz.

En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 8.510,7 Gg CO_2 eq (15,5%), incrementándose en un 16,4% desde 1990 y en un 3,3% desde 2010 (Tabla 2-37). En general, este aumento se debe principalmente a la aplicación de nitrógeno como fertilizante de suelos.

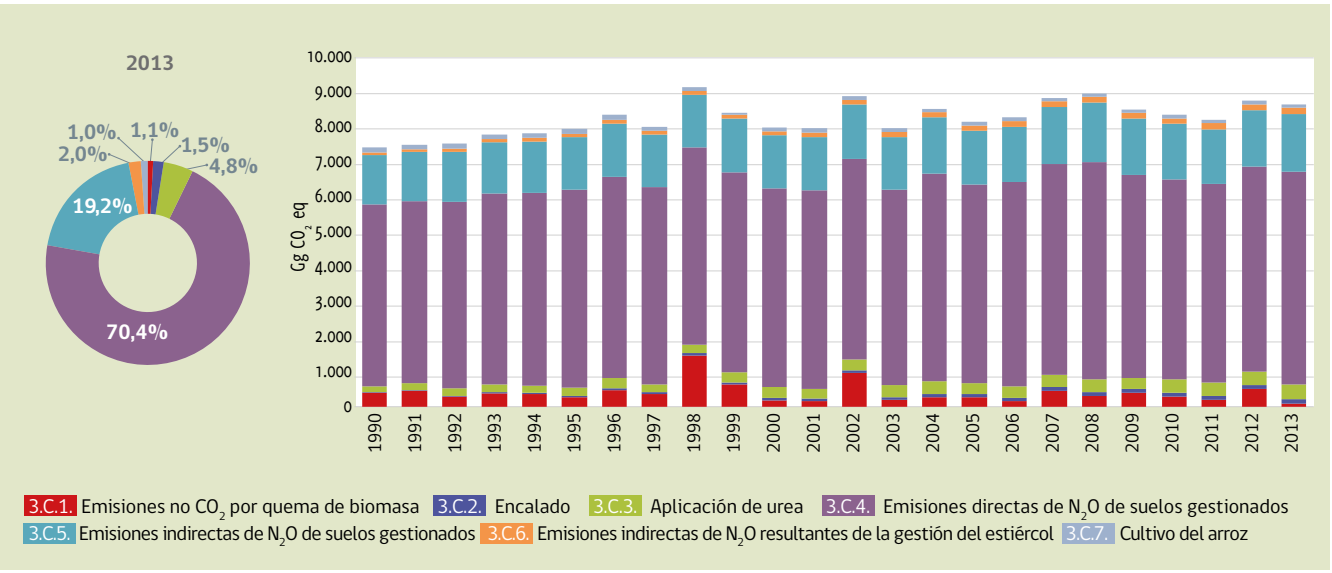
Respecto de las subcategorías (Figura 2-42), el 70,4% de las emisiones corresponden a Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados. Le siguen Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados con un 19,2%, un 4,8% de Aplicación de urea, 2,0% de Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol, 1,5% de Encalado, 1,1% de Emisiones no CO_2 por quema de biomasa y, finalmente, 1,0% de Cultivo del arroz. Se observa, una vez más, la importancia de los incendios forestales y de las quemas de biomasa en las emisiones de GEI de la serie temporal (al igual que en la categoría Tierras). Además, se observa que aunque la subcategoría Encalado no es la de mayor relevancia, ha tenido un importante aumento de 636,3% desde 1990.

Tabla 2-37. 3.C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
3.C.1. Emisiones no CO_2 por quema de biomasa	389,8	183,2	287,9	191,8	495,8	93,0
3.C.2. Encalado	17,5	63,6	114,3	119,2	124,0	128,8
3.C.3. Aplicación de urea	173,9	305,1	379,7	374,1	374,3	404,9
3.C.4. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados	5.125,9	5.600,0	5.631,1	5.589,5	5.773,4	5.989,4
3.C.5. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados	1.380,2	1.498,8	1.556,1	1.548,6	1.588,2	1.635,3
3.C.6. Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol	85,5	113,7	162,2	163,9	170,1	170,3
3.C.7. Cultivo del arroz	137,9	109,0	103,8	106,3	101,5	88,9
Total	7.310,7	7.873,5	8.235,1	8.093,4	8.627,2	8.510,7

Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

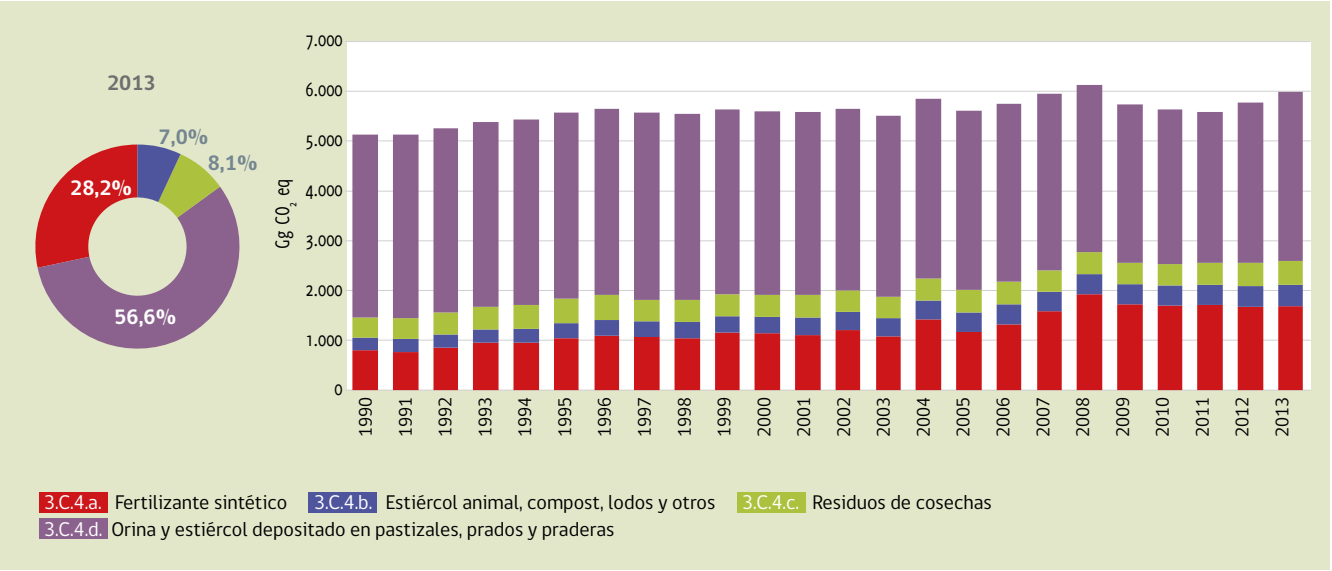
Figura 2-42. 3.C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 de la tierra: tendencia de las emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

Al analizar en detalle la subcategoría Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (Figura 2-43), se observa que sus emisiones han aumentado un 16,8% desde 1990 y en un 6,4% desde 2010. Respecto a los componente, la principal fuente de emisiones de GEI es Orina y estiércol depositados en pastizales, prados y praderas con una participación del 56,6% en 2013, le siguen un 28,2% de Fertilizante sintético, 8,1% de Residuos de cosecha y un 7,0% de Estiércol animal, compost, lodos y otros. Se observa que la componente Fertilizantes sintéticos presenta un importante aumento de 111,5% desde 1990, lo que evidencia que cada vez se usa más para incrementar la producción agrícola.

Figura 2-43. 3.C.4. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por componente, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de AFOLU del MINAGRI

6. Sector Residuos (4)

El sector Residuos del INGEI de Chile incluye las emisiones de GEI resultantes de procesos microbiológicos que ocurren en la materia orgánica bajo degradación anaeróbica, principalmente desde sitios de disposición de residuos sólidos, manejados o no manejados; la emisión de N_2O por la descomposición anaeróbica de excretas humanas; y el tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales en fase líquida y sólida (lodos).

Vista Relleno Santa Marta, archivo MMA

El sector Residuos representó el 4,1% de las emisiones de GEI totales (excluyendo FOLU) en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 4.478,8 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 77,3% desde 1990 y en un 17,8% desde 2010 (Tabla 2-38). La principal causante es el aumento sostenido de la generación de residuos sólidos y su disposición final en rellenos sanitarios.

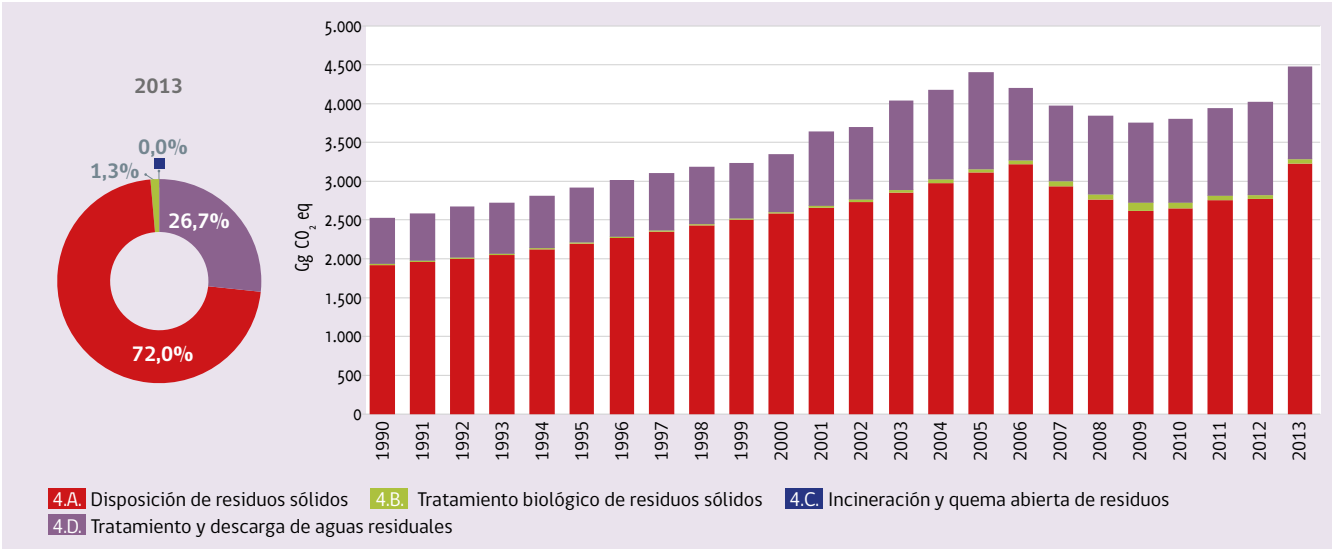
Respecto de las categorías (Figura 2-44), el 72,0% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría Disposición de residuos sólidos, seguido de un 26,7% de Tratamiento y descarga de aguas residuales, 1,3% de Tratamiento biológico de residuos sólidos y, finalmente, un 0,01% de Incineración y quema abierta de residuos. Las principales causantes del incremento de las emisiones de GEI del sector son el aumento de la población y sus residuos sólidos y líquidos generados. La disminución en las emisiones de GEI observadas desde 2007 se debe principalmente a la recuperación de CH_4 en los Sitios de Disposición de Residuos Sólidos (SDRS), durante los últimos años de la serie, situación que cambia en 2013 debido a la baja en el precio de los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) desde los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que son un importante incentivo a este tipo de prácticas, por lo que el proceso se ha vuelto menos rentable para algunos SDRS, llegando a recuperar menor cantidad o simplemente

Tabla 2-38. Sector Residuos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013

Categoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
4.A. Disposición de residuos sólidos	1.922,5	2.580,8	2.647,1	2.757,0	2.773,9	3.225,5
4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	15,9	19,0	73,0	52,2	44,4	57,0
4.C. Incineración y quema abierta de residuos	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
4.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	587,7	748,4	1.082,2	1.130,3	1.200,5	1.195,9
Total	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 2-44. Sector Residuos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por categoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

abandonando esta práctica, a pesar de que en el futuro puedan reintegrarse.

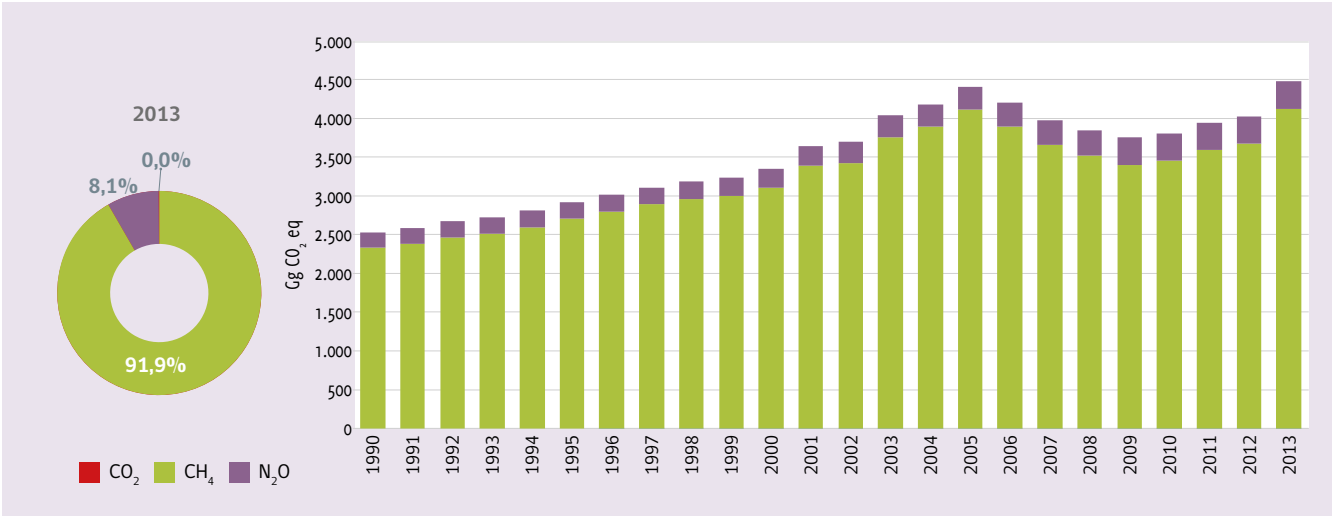
En 2013, el principal GEI emitido por el sector fue el CH_4, representando un 91,9% de las emisiones de GEI del sector. Lo sigue el N_2O con un 8,1% y el CO_2 con menos de 0,01% (Tabla 2-39 y Figura 2-45).

Tabla 2-39. Sector Residuos: emisiones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

GEI	1990	2000	2010	2011	2012	2013
CO_2	NO	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
CH_4	2.329,4	3.102,6	3.450,5	3.589,2	3.668,9	4.117,6
N_2O	196,7	245,6	351,9	350,3	350,0	360,9
Total	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8

NO = No ocurre
Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 2-45. Sector Residuos: emisiones por tipo de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

6.1. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector Residuos se aplicó el método Nivel 1 en todas sus categorías. Es importante destacar que mejoró la gestión de los datos de actividad nacional, especialmente para las estadísticas de las categorías de Disposición de residuos sólidos y Tratamiento y descarga de aguas residuales. Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar el *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2013*.

6.2. Disposición de residuos sólidos (4.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 SDRS.

La categoría Disposición de residuos sólidos es la principal categoría emisora de GEI del sector Residuos (72,0%). En 2013, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 3.225,5 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 67,8% desde 1990 y en un 21,9% desde 2010 (Tabla 2-40).

Tabla 2-40. 4.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
4.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	0,4	929,3	1.921,5	2.068,5	2.088,5	2.291,1
4.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	426,2	292,3	192,7	134,4	124,0	230,9
4.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	1.495,9	1.359,2	533,0	554,1	561,4	703,6
Total	1.922,5	2.580,8	2.647,1	2.757,0	2.773,9	3.225,5

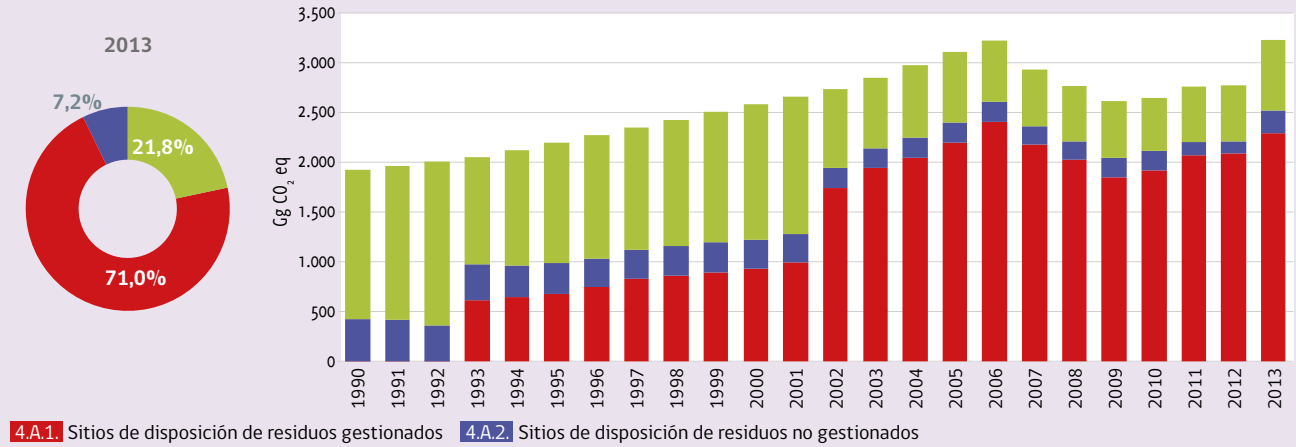
Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Respecto de las subcategorías (Figura 2-46), Sitios de disposición de residuos gestionados (rellenos sanitarios) es la de mayor relevancia con un 71,0%, seguida de un 21,8% de Sitios de disposición de residuos no categorizados (vertederos) y un 7,2% de Sitios de disposición de residuos no gestionados (basurales). Se observa que desde 2006 en adelante hay una reducción en la tendencia que se debe a la recuperación de CH_4 en algunos rellenos sanitarios del país, sin embargo, el total de CH_4 que se captura en Chile ha disminuido durante los últimos años a pesar de que la normativa lo recomienda (D.S. 189). Esto se explica a la baja en el precio de los CER desde los proyectos del MDL. En consecuencia, entre 2010 y 2013 las emisiones de GEI aumentaron en comparación con la reducción que se venía dando paulatinamente desde 2006.

6.3. Tratamiento biológico de los residuos sólidos (4.B.)

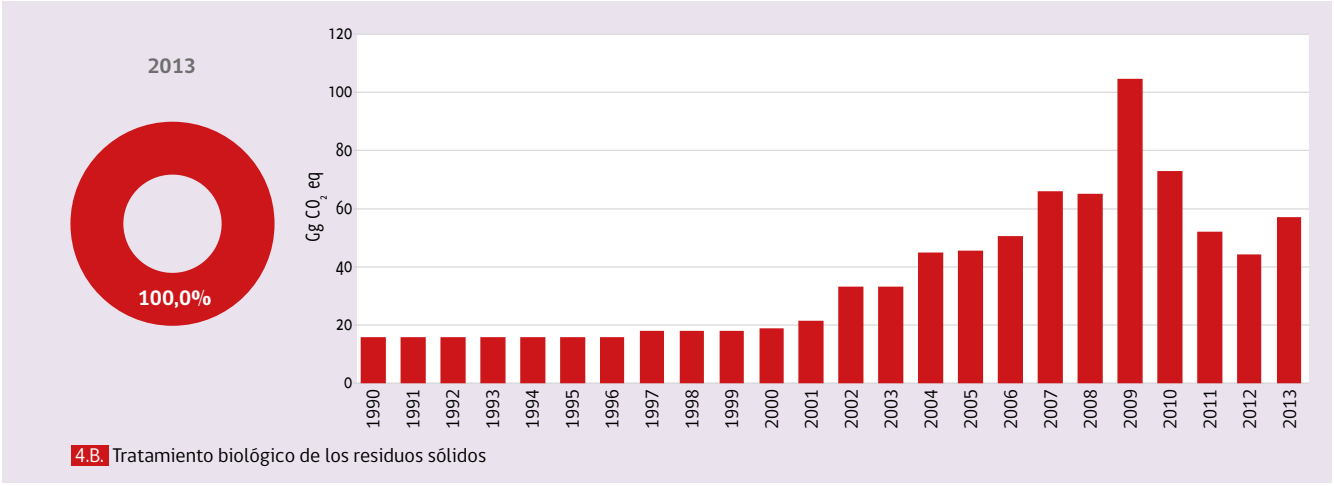
Esta categoría incluye los GEI de los procesos que afectan la cantidad y composición de los residuos, como la fabricación de compost y la digestión anaeróbica de los residuos orgánicos. Dichos procesos permiten la reducción del volumen, la estabilización del resi-

Figura 2-46. 4.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 2-47. 4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Tabla 2-41. 4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

Categoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
4.B. Tratamiento biológico de los residuos sólidos	15,9	19,0	73,0	52,2	44,4	57,0
Total	15,9	19,0	73,0	52,2	44,4	57,0

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

duo, y la destrucción de agentes patógenos presentes. Además, en el caso de la digestión, permiten la producción de biogás para uso energético. En el caso del compostaje el producto final puede usarse como fertilizante y abono en suelos, o bien, eliminarse en SDRS.

En 2013, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 57,0 Gg CO_2 eq (1,3%), incrementándose en un 258,1% desde 1990 y disminuyendo en un 21,9% desde 2010 (Tabla 2-41).

La principal causante del aumento de las emisiones de GEI de esta categoría son los nuevos proyectos de compostaje a lo largo del país. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 2-47 se deben principalmente a la incorporación y al cierre de plantas de compostaje, según se deduce de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA).

6.4. Incineración e incineración abierta de residuos (4.C.)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI que resultan de la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía, mientras que la incineración abierta de residuos apunta a la combustión de materiales principalmente no deseados, de modo que el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire o a través de dispositivos de incineración que no controlan el aire de combustión.

De acuerdo a la normativa nacional, la incineración abierta de residuos es una práctica ilegal en Chile, por lo que no se cuenta con registros sobre cantidades incineradas, que quedan fuera del inventario. Sin embargo, sí se autoriza la eliminación de residuos hospitalarios mediante quema. Otra de las actividades consideradas dentro de esta subcategoría corresponde a la cremación de cadáveres y restos humanos.

En 2013, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 0,3 Gg CO_2 eq (0,01%), incrementándose en un 19.319,5% desde 1990 y en un 26,8% desde el 2010 (Tabla 2-42).

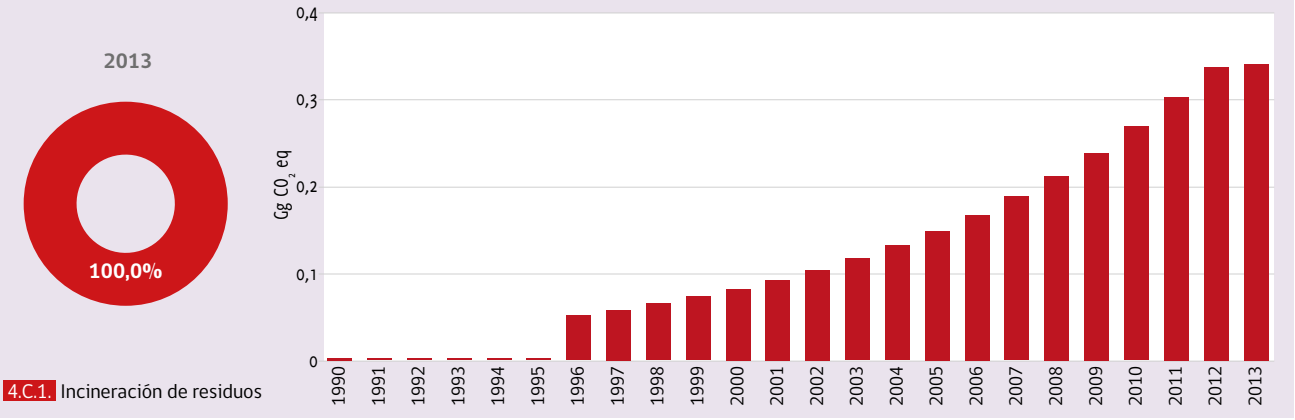
La principal causante del aumento de las emisiones de GEI de esta categoría es la incorporación de nuevos crematorios y el ingreso de nuevos datos de

Tabla 2-42. 4.C. Incineración e incineración abierta de residuos: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
4.C.1. Incineración de residuos	0,002	0,083	0,270	0,304	0,339	0,342
Total	0,002	0,083	0,270	0,304	0,339	0,342

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 2-48. 4.C. Incineración e incineración abierta de residuos: tendencia de las emisiones de GEI (Gg CO_2 eq), serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

actividad de residuos hospitalarios a partir de 1996 (Figura 2-48).

6.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (4.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 2013, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 1.195, 9 Gg CO_2 eq (26,7%), incrementándose en un 103,5% desde 1990 y en un 10,5% desde 2010 (Tabla 2-43).

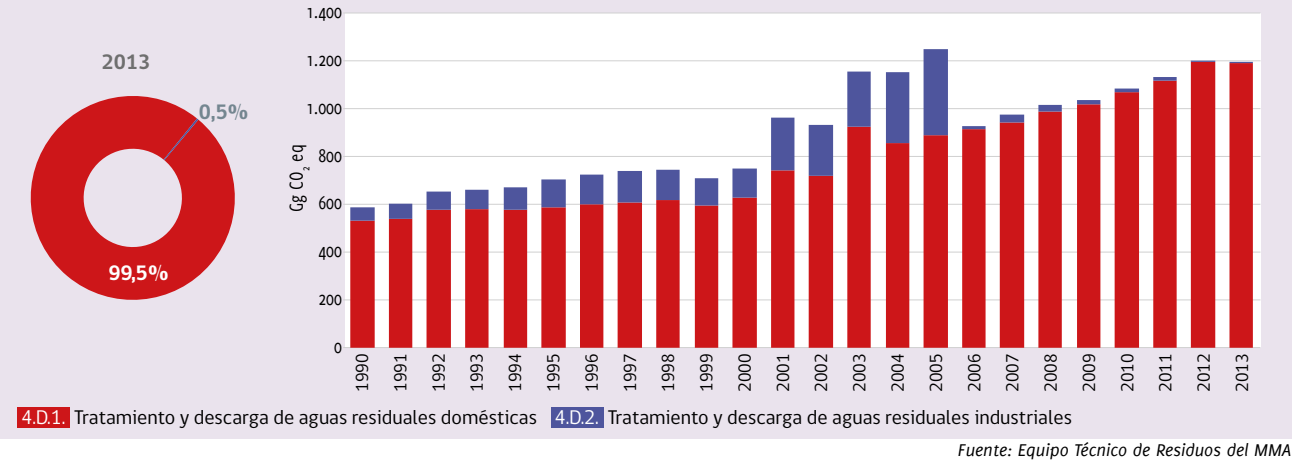
Respecto de las subcategorías (Figura 2-49), el Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas es la emisora casi única, con un 99,5% de participación, mientras que el Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales alcanza solamente un 0,5%. Se observa que entre 2001 y 2005 hay un gran incremento en la tendencia, que se debe sobre todo al aumento de las aguas servidas industriales tratadas. La posterior disminución se explica por el cambio en el tipo de tratamiento aplicado a las aguas servidas industriales.

Tabla 2-43. Tratamiento y descarga de aguas residuales: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
4.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	531,1	626,6	1.068,3	1.117,2	1.194,3	1.189,7
4.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	56,6	121,8	13,9	13,1	6,2	6,2
Total	587,7	748,4	1.082,2	1.130,3	1.200,5	1.195,9

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 2-49. 4.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) por subcategoría, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

7. 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 y reportadas como *partidas informativas*, pero se excluyeron del balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

Archivo MMA.

7.1. Combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional

En 2013, las emisiones de GEI de la *Aviación internacional* contabilizaron 1.711,9 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 407,1% desde 1990, y en un 27,0% desde 2010 (Tabla 2-44). Este crecimiento se debe directamente al incremento de uso de combustible debido a una mayor cantidad de pasajeros transportados al año, de acuerdo con datos del Banco Mundial.

Las emisiones de GEI de Navegación internacional contabilizaron 1.234,3 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 107,4% desde 1990 y disminuyendo en un 46,8% con respecto 2010. Se observa una tendencia a la disminución desde 2008, debida a la baja del comercio internacional por la crisis económica de este período.

7.2. Emisiones de CO_2 de la biomasa

En 2013, las emisiones de CO_2 de la biomasa quemada con fines energéticos contabilizaron 43.876,5 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 265,6% desde 1990 y en un 101,7% desde 2010 (Tabla 2-45). El principal causante del aumento en el consumo de leña es la sostenida expansión de la demanda del sector residencial, sumada a un cambio en la metodología de recopilación de datos de actividad a partir de 2012 en el BNE.

Tabla 2-44. Combustible del transporte internacional: emisiones de GEI (Gg CO_2 eq) de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 1990-2013

Transporte	1990	2000	2010	2011	2012	2013
Aviación internacional	337,6	1.055,7	1.348,0	1.450,4	1.713,9	1.711,9
Navegación internacional	595,2	2.055,9	2.318,5	2.290,5	1.398,2	1.234,3
Total	932,8	3.111,5	3.666,5	3.740,9	3.112,1	2.946,2

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Tabla 2-45. Emisiones de CO_2 (Gg) de la biomasa, serie 1990-2013

Partida informativa	1990	2000	2010	2011	2012	2013
Emisiones de CO_2 de la biomasa	12.001,1	18.952,6	21.752,6	24.262,2	39.548,6	43.876,5
Total	12.001,1	18.952,6	21.752,6	24.262,2	39.548,6	43.876,5

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

8. Recálculos

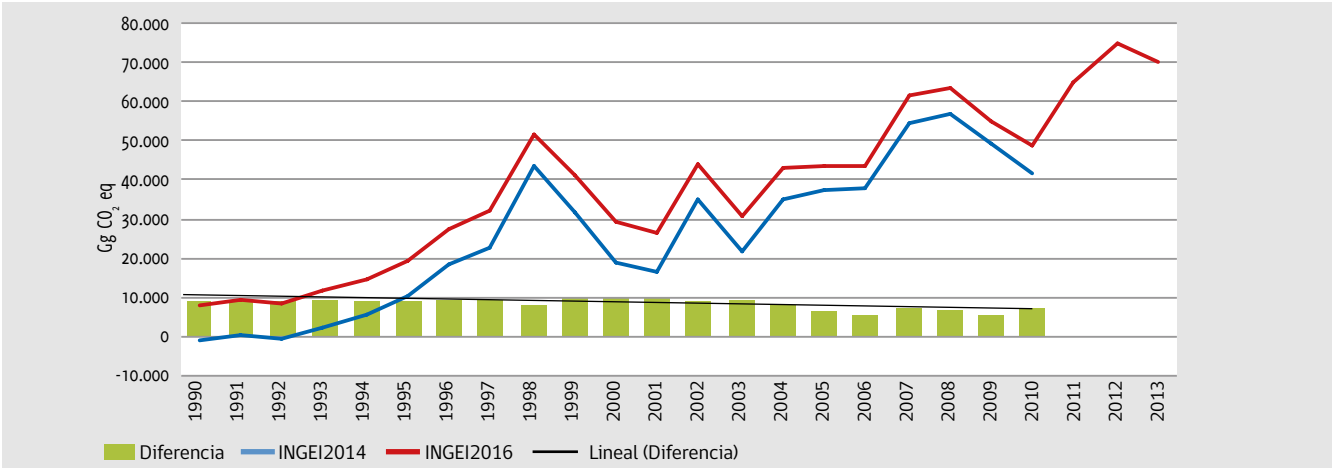
Los cambios metodológicos y el refinamiento de los datos de actividad son parte esencial de la mejora de la calidad de los INGEI; pero cuando esto ocurre, se requiere recalcular toda la serie de tiempo para garantizar su coherencia. A continuación se justificarán los nuevos cálculos y su implicancia para las emisiones y absorciones de GEI del país.

Archivo CONAF

Tanto el actual INGEI de Chile (INGEI2016, serie 1990-2013) como el anterior (INGEI2014, serie 1990-2010), que fue presentado por el país ante Naciones Unidas en diciembre del 2014 como parte de su *Primer 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. Además, se desarrollaron nuevos factores de emisión país específicos en los sectores de IPPU y AFOLU, lo que generó diferencias entre las magnitudes de GEI previamente notificadas.

En general, el balance de GEI del INGEI2016 muestra un aumento promedio de 8.286,0 Gg CO_2 eq en comparación con el INGEI2014, lo que generó un aumento de 16,8% para 2010, último año comparable (Figura 2-50). Este se

Figura 2-50. Recálculos: comparación de los balances de GEI (Gg CO_2 eq) del INGEI2016 versus el INGEI2014



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

atribuye, en general, a una disminución de la absorción en la categoría Tierras del sector AFOLU, en la que se detectó una doble contabilidad de absorciones entre bosque nativo manejado y renovales de bosque nativo. Los otros sectores de INGEI de Chile no presentan variaciones en sus magnitudes de GEI que influyan notoriamente en la tendencia general.

8.1. Recálculos en el sector Energía

En el sector Energía (Figura 2-51), las emisiones de GEI del sector en el INGEI2016 presentan una disminución promedio de 308,0 Gg CO_2 eq (menos del 1%) en comparación con el INGEI2014. El 2010, último año comparable, es el único que presenta un aumento de las emisiones de GEI (1.013,7 Gg CO_2 eq), lo que generó un aumento de 1,5% en el sector. La diferencia de la serie se atribuye a que en este sector se efectuaron modificaciones en el tratamiento de los datos de las subcategorías Industrias de la energía y su relación con la subcategoría Industrias manufactureras y de la construcción, en

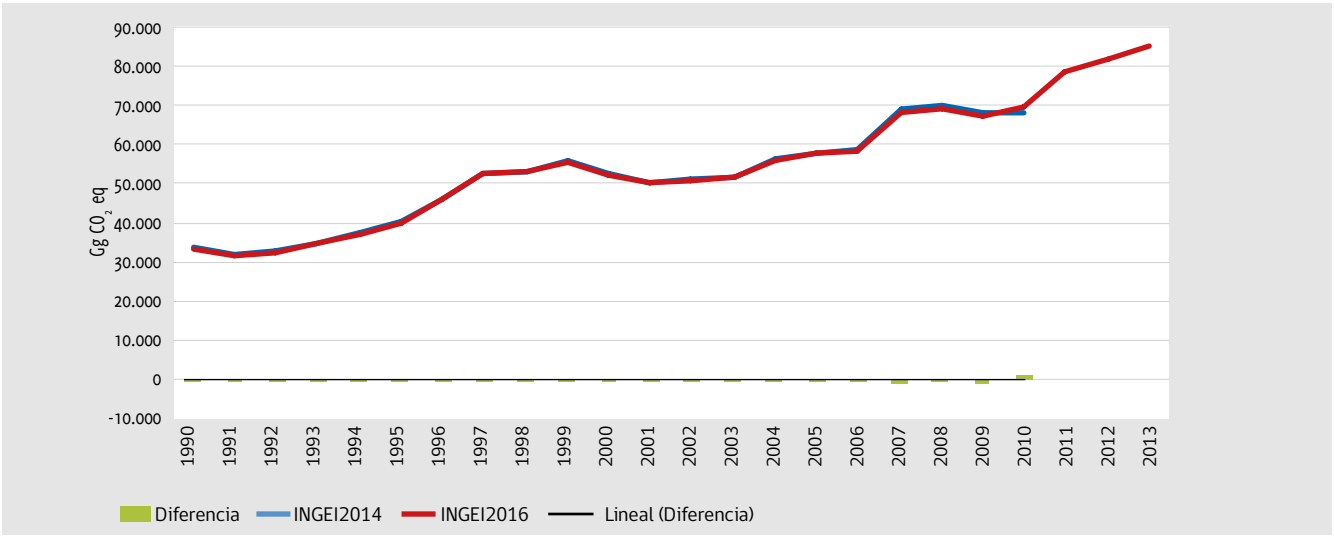
Archivo MMA

lo que respecta a la autogeneración de energía por parte de las industrias, con lo que se redistribuyeron las emisiones de GEI. Además, se desagregó la componente Transporte terrestre y se incluyó el transporte todoterreno; para ello se aplicaron diferentes factores de emisión para gases no CO_2, lo que derivó en un aumento de las emisiones de GEI al comparar con 2010.

8.2. Recálculos en el sector IPPU

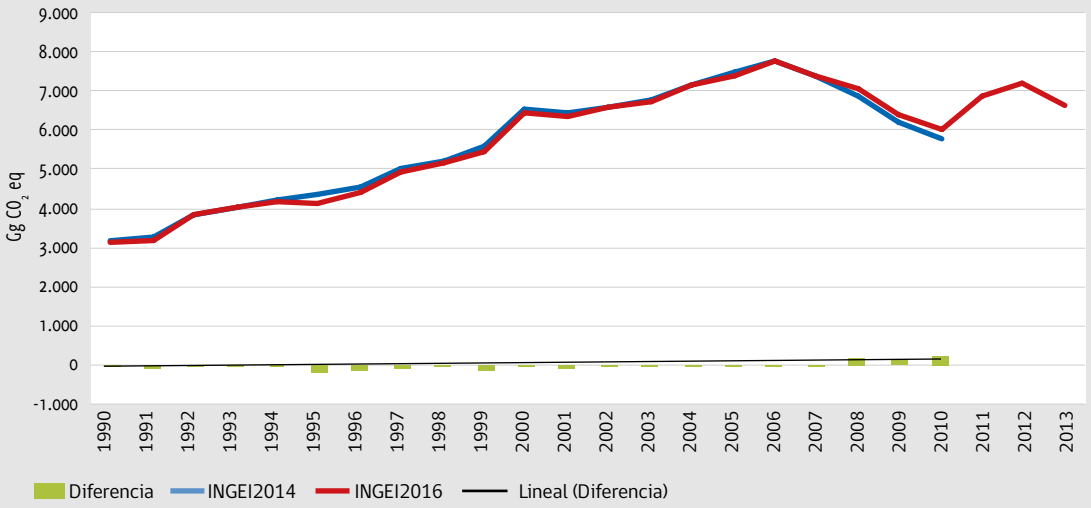
En el sector *IPPU* (Figura 2-52), las emisiones de GEI del sector en el INGEI2016 presentan una disminución promedio de 33,5 Gg CO_2 eq (menos del 1%) en comparación con el INGEI2014. Sin embargo, para 2010 último año comparable presenta un aumento de las emisiones de GEI (221,9 Gg CO_2 eq), lo que generó un aumento de 3,8% en el sector. Si bien existen diferencias para cada año de la serie, no superan el 5%, de modo que se mantiene la tendencia. La diferencia de la serie se atribuye a que en el sector se efectuaron mejoras en las metodologías para estimar las emisiones de las subcategorías Producción de cemento y Producción de vidrio, y a que se incorporaron las emisiones de SF_6 producto de la instalación, uso y eliminación de equipos eléctricos. Además, se eliminaron las emisiones de GEI de la producción de plomo y cinc, puesto que estos metales se extraen pero no se producen en el país.

Figura 2-51. **Recálculo: comparación de emisiones de GEI del sector Energía (Gg CO_2 eq) del INGEI2016 versus el INGEI2014**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 2-52. **Recálculo: comparación de emisiones de GEI del sector IPPU (Gg CO_2 eq) del INGEI2016 versus el INGEI2014**

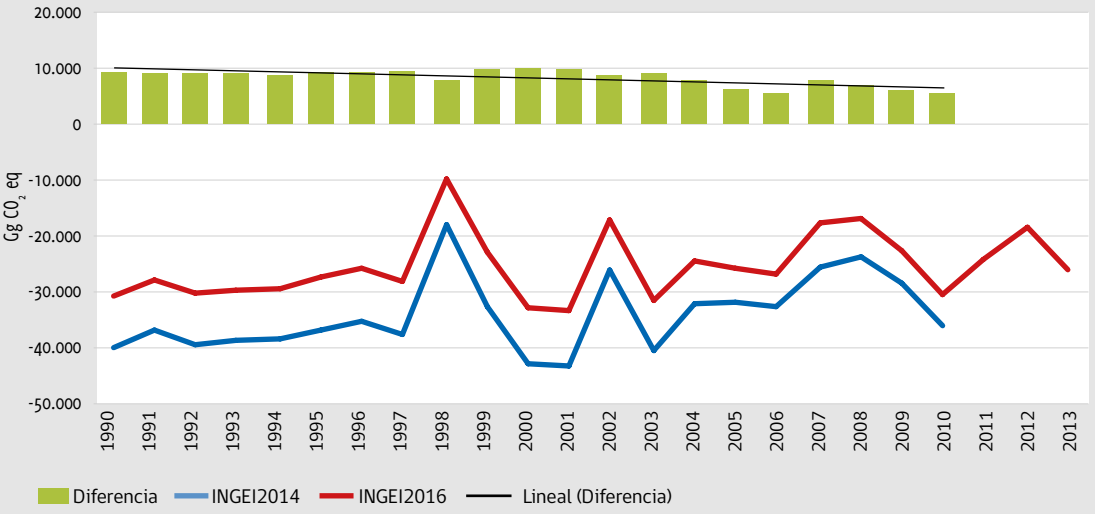


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

8.3. Recálculos en el sector AFOLU

En el sector AFOLU, el balance de GEI del INGEI2016 presenta un aumento promedio de 8.336,9 Gg CO_2 eq en comparación con el INGEI2014, lo que generó un aumento de 15,4% para el 2010, último año comparable (Figura 2-53). La diferencia de la serie se atribuye a que en el sector se hicieron varias mejoras en la gestión de los datos de actividad y se desarrollaron nuevos factores de emisión país específico. La modificación de mayor relevancia es la disminución de la absorción desde la categoría Tierras, en la que se detectó una doble contabilidad de absorciones entre bosque nativo manejado y renovales de bosque nativo. Además, hubo cambios en el contenido de carbono de la biomasa y nuevas estimaciones de la población animal, especialmente del ganado vacuno.

Figura 2-53. **Recálculo: comparación de emisiones de GEI del sector AFOLU (Gg CO_2 eq) del INGEI2016 versus el INGEI2014**



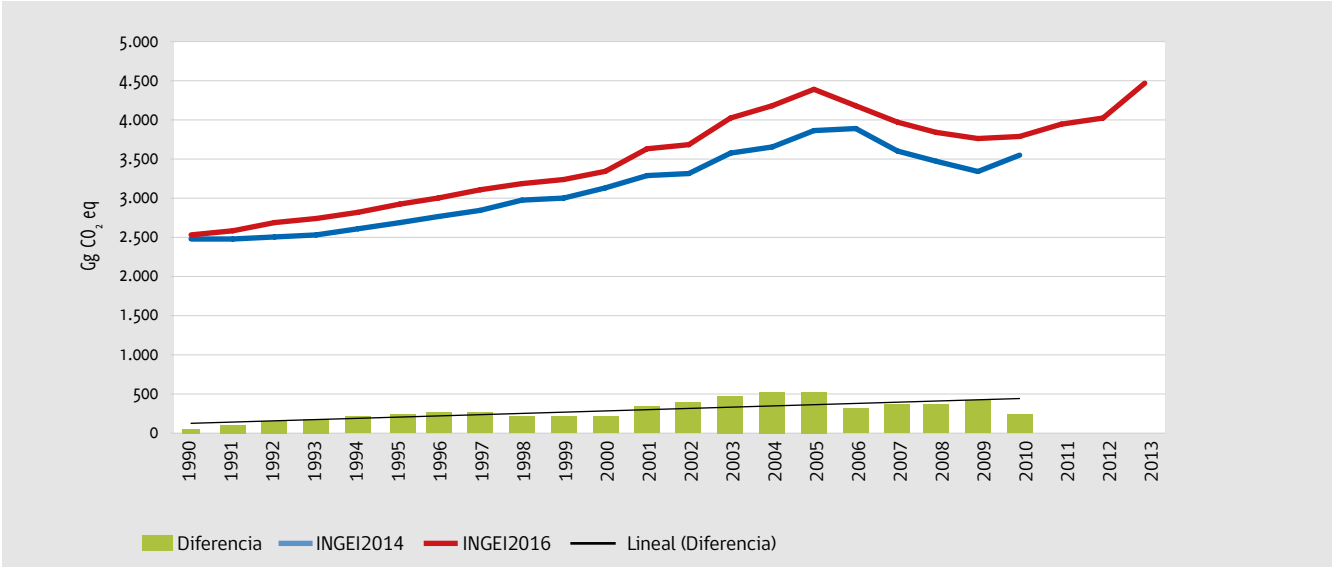
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

8.4. Recálculos en el sector Residuos

En el sector Residuos, las emisiones de GEI del sector presentaron un aumento promedio de 290,6 Gg CO_2 eq en comparación con el INGEI2014, lo que generó un aumento de 7,0% para 2010, último año comparable (Figura 2-54). La diferencia de la serie se atribuye a cambios en el manejo de datos de la subcategoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, específicamente a una mejora en el cálculo del parámetro que se refiere al grado de utilización de los sistemas de tratamiento de aguas para cada grupo de ingresos, y también a que se hicieron cambios en la recopilación de datos de la subcategoría Incineración de residuos.

Planta de reciclaje, MMA.

Figura 2-54. **Recálculo: comparación de emisiones de GEI del sector Residuos (Gg CO_2 eq) del INGEI2016 versus el INGEI2014**



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Bibliografía

General

CMNUCC. (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17ć 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 16ć 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 8ć 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 7ć período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre del 2001.

EPA. (2011). Desarrollando un Sistema de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Plantillas de Ejercicio.

IPCC. (2006). Directrices IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

IPCC. (1995). IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 (SAR).

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de chile, serie temporal 1990-2010. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Primer informe bienal de actualización de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (2011). Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago: Maval.

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. Obtenido de http://www.undp.org/cc

Sector Energía

AIE. (2016). Chile: indicators 1990 - 2013. Recuperado el 2016, de http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=Chile&product=indicators

Banco mundial. (2014). Transporte aéreo, pasajeros transportados. Recuperado el 2016, de http://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR/countries/CL?display=graph

Cámara marítima y portuaria de Chile. (2015). Memoria Anual Nć 71 . Recuperado el 2016, de http://www.camport.cl/sitio/wp-content/uploads/2015/05/Memoria-2015-CAMPORT.pdf

Catamutun. (1999). Industria Nacional del Carbón. Obtenido de http://www.catamutun.com/produc/carbon/pais.html

COCHILCO. (2014). Anuario. Recuperado el 2016, de http://www.cochilco.cl/estadisticas/anuario.asp

CORBO, V., & HURTADO, A. (Noviembre de 2014). Centro de estudios públicos de Chile. Recuperado el Diciembre de 2015, de http://www.cepchile.cl/: http://www.cepchile.cl/dms/archivo_5729_3625/pder382_VCorbo_AHurtado.pdf

IEA. (2010). Electricity and Heat for 2010. Obtenido de http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=CHILE&product=electricityandheat&year=2010

LATAM Airlines Group. (2016). Historia de LAN. Recuperado el Enero de 2016, de http://www.lan.com/es_cl/sitio_personas/experiencia-lan-y-tam/historia/lan/

Ministerio de Energía. (Todos los años disponibles). Balance Nacional de Energía. Recuperado el 2015, de http://energiaabierta.cne.cl/

Ministerio de Energía. (2016). Informe del inventario sectorial de gases de efecto invernadero de Energía, serie temporal 1990-2013.

SISTEMAS SUSTENTABLES. (2010). Desarrollo de una metodología local de cálculo de emisiones búnker para gases de efecto invernadero.

Sector Procesos industriales y uso de productos

Asociación de Industriales Químicos. (2015). ASIQUIM A.G. Obtenido de http://www.asiquim.com/nwebq/guia_quimica2014-16/carta/carta.html

Banco Central de Chile, 2015. Cuentas Nacionales de Chile 2008 – 2014.

CAP Minería. (2015). Obtenido de http://capmineria.cl

COCHILCO. (2006, 2008, 2010). Mercado Nacional e Internacional del hierro y el acero. Obtenido de http://www.cochilco.cl/estudios/info-hierro.asp

COCHILCO. (2001-2012). Estadísticas del cobre y otros minerales. Recuperado el 2013, de http://www.cochilco.cl/estadisticas/anuario.asp

Instituto del Cemento y Hormigón de Chile. (s.f.). ICH. Recuperado el 2015, de http://ich.cl/?page_id=64

INE. (2010). Encuesta Nacional Industrial Anual.

Methanex. (2012). Obtenido de http://www.methanex.cl/noticias/2013/noticia0313a.pdf

Ministerio del Medio Ambiente (2016). Informe del inventario sectorial de gases de efecto invernadero de Procesos industriales y uso de productos, serie temporal 1990-2013.

Perry's Chemical Engineers' Handbook; séptima edición, 1997; Perry R., Green, D.

SERNAGEOMIN. (2007-2013). Anuario de la Minería de Chile. Recuperado el 2015, de http://www.sernageomin.cl/sminera-anuario.php

Servicio Nacional de Aduanas. (s.f.). Arancel aduanero vigente. Recuperado el 2015, de http://www.aduana.cl/arancel-aduanero-vigente/aduana/2011-12-22/114144.html

SOFOFA. (s.f.). Indicadores Industriales. Recuperado el 2013, de http://web.sofofa.cl/informacion-economica/indica-dores-industriales/informacion-sectorial-de-la-industria/minerales-no-metalicos-y-metalica-basica/

U.S. Geological Survey. (1994-2013). The Mineral Industry of Chile. Recuperado el 2013, de http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#ci

Sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Cairns, M., Brown, S., Helmer, E., & Baumgardner, G. (1997). Root biomass allocation in the worlds upland forests. Oecologia, 111, 1–11.

CONAF. (2015). Informe de Bosque Nativo Manejado. Departamento de Prospección Sectorial (DPS), Evaluación de los recursos forestales mundiales.

CONAF. (2011). Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones. Período de 1997-2011.

CONAF. (Todos los períodos disponibles). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y actualización.

CONAF. (s.f.). Estadísticas histórico Incendios Forestales

CONAF - Empresas 1985-2012. Recuperado el 2013, de http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas

CONAF y CONAMA. (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe con variables ambientales.

Consorcio Lechero S.A., FIA, INIA. (2009). Praderas permanentes en las zonas lecheras de Chile.

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.). Población Vacuno. Recuperado el 2015, de FAOSTAT Domains: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/RF/S
FAO. (s.f.). Producción de Cultivos. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S
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.
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. &. (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. (2007). Disponibilidad de madera de Eucalyptus en Chile, 2006-2025.
INFOR. (2005). Disponibilidad de madera de las plantaciones de Pinus radiata en Chile, 2003-2032.
INFOR. (1992). Informe Técnico N°130. Evaluación del consumo de leña en Chile.
INFOR. (2011). Los Recursos Forestales en Chile. Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. Informe final.
INFOR y CORFO. (1986). Especies forestales de interés económico para Chile.
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.
Manterola, H., & Cerda, D. &. (1999). Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. FIA y Universidad de Chile.
Ministerio de Agricultura (2016). Informe del inventario sectorial de gases de efecto invernadero de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, serie temporal 1990-2013.
ODEPA. (2000-2013). Catastro vitícola nacional. Recuperado el 2015, de http://icet.odepa.cl
ODEPA. (s.f.). Catastros Frutículas. Recuperado el 2015, de http://icet.odepa.cl
ODEPA. (s.f.). Estadísticas de ganado. Recuperado el 2015, de ICET, Sistema de Consulta Estadístico Territorial: http://icet.odepa.cl
ODEPA. (s.f.). Estadísticas de hortalizas. Recuperado el 2015, de http://icet.odepa.cl
ODEPA. (s.f.). Estadísticas de Vacas leche. Recuperado el 2015, de http://icet.odepa.cl/
ODEPA. (s.f.). Estadísticas de Vacunos carne. Recuperado el 2015, de http://icet.odepa.cl/
Oyhantçabal, W. (2014). Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector UTCUTS de Chile.
Prado, J. &. (1989). Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. Santiago, Chile.
Rodríguez, J. (1994). Manual de fertilización. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile.
Taboada, M. (2014). Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector Agricultura de Chile.
UACH-FIA. (2012). Caracterización de materia prima combustibles sólidos de madera (CSM). Informe técnico 2.
Wylie W., A. (2011). Caracterización del balance de carbono: El caso de la fruticultura chilena de exportación y posibilidades de mitigar las emisiones de CO_2. Santiago: FONDEF.

Sector Residuos

Calvo, E. (2014). Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector Residuos de Chile.
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.
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. (s.f.). Censos de Población Históricos. Recuperado el 2013, de http://www.ine.cl/canales/usuarios/censos_digitalizados.php
Ministerio de Salud, Depto. de Nutrición y Alimentos. (2007). Disponibilidad de proteínas en Chile 1990 – 2007.
Ministerio del Medio Ambiente (2016). Informe del inventario sectorial de gases de efecto invernadero de Residuos, serie temporal 1990-2013.
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.
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.
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 1990-2013. Recuperado el 2015, de http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue- 3445.html
SISS. (s.f.). Informes de gestión del sector sanitario 1996- 2013. Recuperado el 2015, de http://www.siss.gob.cl/577/ w3-propertyvalue-3443.html
SMA, 2015. Catastro plantas tratamiento de RILes a nivel nacional años 2013.
SUBDERE. (2013). Programa saneamiento sanitario, déficit saneamiento sanitario nacional.
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.

Parque Nacional Villarrica, CONAF.

3

Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático

1. Introducción

Durante la última década ha aumentado la evidencia científica sobre el fenómeno del cambio climático y se han propuesto metodologías para evaluar sus impactos en los sectores de interés a escala regional. Sin embargo, aún falta desarrollar evaluaciones que permitan obtener una visión más completa y actualizada de la vulnerabilidad, además de estandarizar dichas metodologías para que la comparación sea más efectiva. Existen avances en los sectores público y privado, sin embargo son todavía insuficientes, por lo que se reconoce la urgencia de diseñar e implementar estrategias y medidas de adaptación, sobre todo en países en desarrollo. Además, evaluar la eficacia de las acciones de adaptación es una tarea metodológicamente compleja, de modo que se requiere de mayores esfuerzos para robustecer el monitoreo y evaluación de la adaptación.

Reserva Forestal Nalcas, CONAF.

En este capítulo se presentan las condiciones de vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático y las medidas de adaptación que se están adoptando con el objeto de atender a las necesidades y preocupaciones de Chile en esta materia. La información se ajusta a metodologías internacionalmente recomendadas para la evaluación de impactos y vulnerabilidad, como también para el reconocimiento de acciones de adaptación. Aquí se sintetiza parte importante de los estudios, políticas e iniciativas que se han emprendido en Chile luego de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático.

En primer lugar se presenta el estado de avance de Chile en materia de vulnerabilidad y adaptación, y las respectivas políticas nacionales. En seguida se exponen las tendencias observadas y las proyecciones climáticas, junto con las relaciones entre cambio y variabilidad climática en el contexto de Chile, y las condiciones en la criósfera y en los océanos. Luego se introducen conceptos relacionados con la vulnerabilidad que constituyen el marco para el análisis de vulnerabilidad sectorial en todo el país. Finalmente, se revisan conceptos de adaptación y las políticas, las iniciativas y los proyectos emprendidos en la materia, para concluir con algunas recomendaciones dirigidas a aumentar la resiliencia frente a las amenazas del cambio climático.

1.1. Antecedentes generales y políticas nacionales

Chile es un país vulnerable al cambio climático, ya que, según lo define la CMNUCC, cumple con siete de las nueve características de vulnerabilidad: i) áreas de borde costero de baja altura, ii) zonas áridas y semiáridas, iii) zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal, iv) propensión a los desastres naturales, v) zonas propensas a la sequía y la desertificación, vi) zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica, y vii) zonas de ecosistemas frágiles y montañosos como las cordilleras de la Costa y de los Andes (MMA, 2011).

Los impactos derivados del cambio climático afectan el hábitat natural, los recursos hídricos, la biodiversidad y a la sociedad a lo largo del territorio nacional, incluyendo a sectores productivos fundamentales del quehacer nacional como la pesca, la acuicultura y el sector silvoagropecuario (Gobierno de Chile, 2015).

Para su desarrollo, el país depende en gran medida de sus recursos naturales, que constituyen un pilar de nuestra economía. Es el caso de las industrias de la minería, pesca, agricultura y madera, que se enfocan en la producción y exportación de bienes primarios. A pesar de que Chile está expuesto a las turbulencias de la economía internacional, la economía chilena es relativamente estable, con finanzas sólidas y un crecimiento sostenido, y es capaz de mantener sus compromisos internacionales en materia de medio ambiente y en particular de cambio climático. Sin embargo, enfrentamos grandes desafíos, como avanzar hacia un desarrollo más sustentable y disminuir las desigualdades sociales proporcionando mejoras sustanciales en los servicios de salud, educación y vivienda. Los grupos más vulnerables desde el punto de vista social y económico son también los más vulnerables frente al cambio climático (Gobierno de Chile, 2015).

En relación con los compromisos internacionales, la adaptación es uno de los cinco ejes incluidos en la Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático de París 2015.[1] En ese documento el Gobierno de Chile se compromete a implementar acciones concretas de adaptación, de manera descentralizada e integrando los distintos niveles de la administración pública; a identificar fuentes de financiamiento para apoyar la adaptación; a buscar sinergias con mitigación; a fortalecer el marco institucional, y a desarrollar métricas para la evaluación de adaptación y vulnerabilidad.

En diciembre de 2008 se aprobó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012, que responde a los lineamientos establecidos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2006, y que aborda temas de adaptación, mitigación y creación y fomento de capacidades. El PANCC fue el primer instrumento articulador de la política de cambio climático en nuestro país. En temas específicos de vulnerabilidad y adaptación, la implementación del PANCC 2008-2012 permitió levantar información esencial sobre la vulnerabilidad de los distintos sectores del país, y sentó las bases para el establecimiento de planes sectoriales de adaptación.

Se priorizaron siete sectores para la elaboración de planes sectoriales y un plan nacional, para luego incorporar otros dos sectores prioritarios. De estos ya se han aprobado el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, el Plan de Adaptación para el Sector Silvoagropecuario, el Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Biodiversidad y el Plan de Adaptación de Pesca y Acuicultura, mientras que el Plan de Adaptación de Salud espera ser aprobado el segundo semestre de 2016. Todos estos planes han considerado procesos de consulta pública. Hoy se encuentran en desarrollo los anteproyectos para la elaboración de los planes de adaptación para infraestructura, recursos hídricos y ciudades. Para los sectores de Energía y Turismo se están desarrollando los estudios de vulnerabilidad necesarios para la elaboración de los planes. Por último, se dispone de una evaluación final externa de la implementación del PANCC 2008-2012 (Aldunce y otros, 2014), cuyos resultados fueron considerados para el diseño del PANCC 2017-2022, lo que evidencia la intención de incorporar las lecciones aprendidas en este nuevo insrumento de política pública. El nuevo PANCC, actualmente en desarrollo, será finalizado en diciembre de 2016.

El PANCC 2008-2012 constituyó un avance sustantivo en la política pública de cambio climático, así como en materia de vulnerabilidad y adaptación, a pesar de que el proceso no estuvo exento de

[1] *Gobierno de Chile, Contribución nacional tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. Recuperado de www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Chile/1/Chile%20INDC%20FINAL.pdf.*

Reserva Nacional Futaleufú, CONAF.

complicaciones. La evaluación final de aquel plan permitió identificar los principales facilitadores y barreras que surgieron durante la implementación del eje de adaptación. Los primeros fueron la cooperación y colaboración interinstitucional, la decisión institucional y la voluntad política, la preocupación por el cambio climático, y finalmente la comunicación e información. Entre las barreras identificadas las más relevantes fueron el acceso a recursos financieros, los cambios del entorno institucional, la rotación de personal en las instituciones públicas, la visión política de corto plazo y un limitado compromiso político (Aldunce y otros, 2014).

Una de las barreras más relevantes y trasversales está relacionada con la disposición de recursos económicos y el presupuesto para la implementación de la adaptación. Las inversiones destinadas al cambio climático, en particular a vulnerabilidad y adaptación, han sido heterogéneas entre instituciones, mientras que los presupuestos para la ejecución de acciones son inciertos y están sujetos a las gestiones de cada institución. Hay consenso en el sector público en que el financiamiento se puede transformar en la barrera más importante para la implementación del próximo PANCC si no se crean mecanismos adecuados para generar presupuestos pertinentes y monitorear su ejecución.

La mayoría de las barreras mencionadas guarda relación con la institucionalidad, lo que es esperable si se considera que es relativamente nueva y necesita madurar estrategias, políticas y compromisos de largo plazo, que permitan que las instituciones no dependan críticamente de las personas que las conforman ni de iniciativas puntuales (Aldunce y otros, 2014). Por otro lado, se evidencia la necesidad de contar con una ley de cambio climático que otorgue mayor estabilidad y permanencia a las políticas diseñadas en este ámbito, así como asegurar su financiamiento (Arriagada y otros, 2016).

La institucionalidad relacionada con la adaptación y vulnerabilidad del país se ha ido fortaleciendo. Uno de los principales avances, implementado a través del Plan Nacional de Adaptación, es la estructura para la coordinación de las entidades públicas y que incorpora a otras entidades clave para hacer operativas las acciones propuestas en dicho Plan: el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) y los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC).

En cuanto a los esfuerzos en adaptación y vulnerabilidad no relacionados con las instituciones públicas, no han sido suficientemente catastrados, y si bien existen evidencias de cada vez más iniciativas del sector privado y la sociedad civil, la interacción entre los actores es casi nula.

El sector público reconoce estar cada vez más atento al problema del cambio climático y haber hecho un esfuerzo por comunicar e informar de estos temas a la sociedad, siempre considerando la necesidad de seguir generando acciones planificadas y conjuntas, y con una mayor participación ciudadana.

En el sector académico existen significativos avances, entre los que destaca la formación de varios centros de investigación directa o indirectamente relacionados con el cambio climático. El Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fondecyt) ha incrementado significativamente el financiamiento de proyectos relacionados durante la última década. Estos avances han estado estrechamente vinculados a las necesidades de investigación provenientes del sector público y privado, y ha sido notable la manera como el desarrollo científico ha ido a la par del desarrollo de políticas públicas en la materia.

2. *Tendencias y proyecciones nacionales de cambio climático*

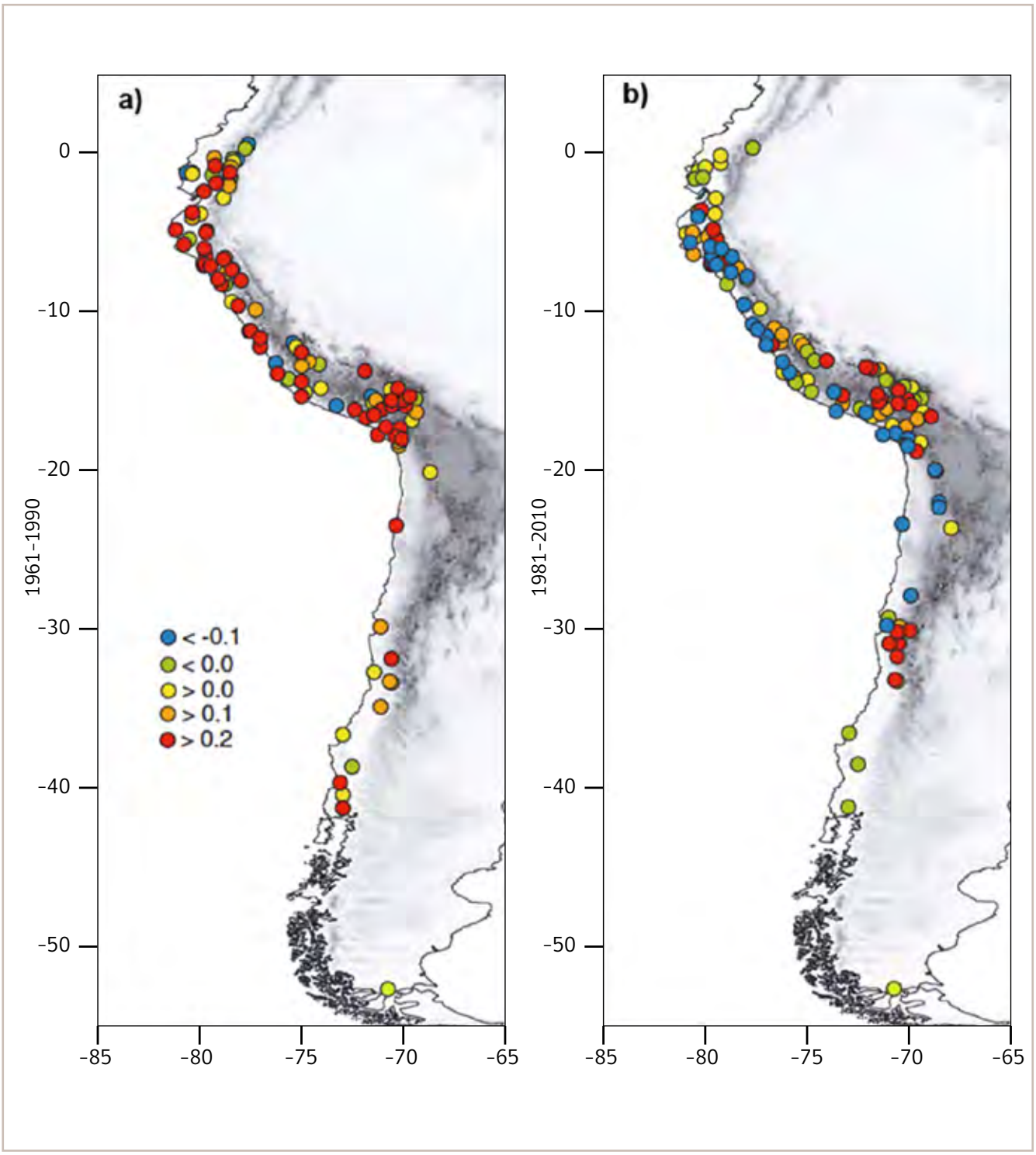
2.1. Condiciones atmosféricas

La principal tendencia observada en las temperaturas medias en Chile hasta 2010 es un patrón de calentamiento en los valles centrales y en los Andes y de enfriamiento en las costas. El enfriamiento en la costa coincide con el patrón de enfriamiento de las temperaturas superficiales del mar del Pacífico debido a la oscilación decadal del Pacífico (PDO) (Falvey y Garreaud, 2009; Vuille y otros, 2015). Además, se evidencia una tendencia al aumento de las temperaturas en el norte, lo que se relaciona con un ascenso altitudinal de la isoterma o °C en la zona cordillerana. En la Figura 3-1 se muestran las tendencias de disminución o aumento de temperatura en grados Celsius para una serie de estaciones analizadas entre 1961 y 2010.

Parque Nacional Volcán Isluga, CONAF.

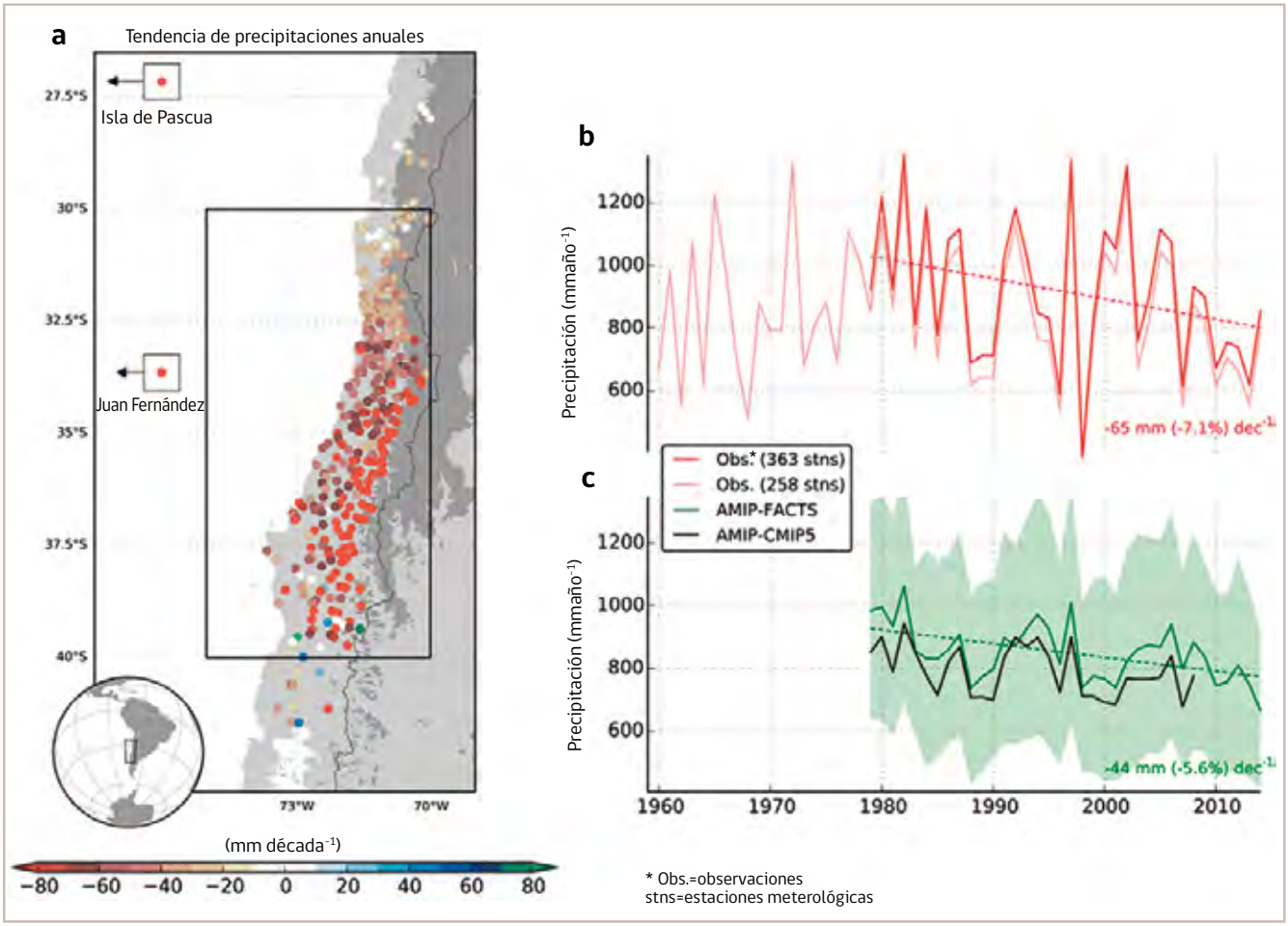
A lo largo de los siglos XX y XXI las tendencias en precipitaciones son débiles y dependen de la región y período considerados. En la zona norte (18°-30° sur) las precipitaciones a lo largo del siglo XX muestran una importante variabilidad interdecadal asociada a las fases del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) (Montecinos, Díaz y Aceituno, 2000; Montecinos y Aceituno, 2003). En el caso de la zona central (30°-35° sur), las precipitaciones presentan variaciones interanuales asociadas a ENSO (Montecinos y Aceituno, 2003) e interdecadales asociadas a la PDO (Garreaud y otros, 2009), mientras que en la zona sur (37°-43° sur) se ha manifestado una tendencia a la disminución desde mediados del siglo XX (Quintana y Aceituno, 2012). En el período 1979-2015 aparece una tendencia a la disminución de la precipitación en la zona centro-sur de Chile (Boisier y otros, 2016). En el período 2010-2015 la zona centro-sur (desde Coquimbo hasta la Araucanía) registró un déficit de precipitaciones cercano al 30% (Boisier y otros, 2016), con una extensión temporal y espacial sin precedentes en el siglo XX (ver Figura 3-2). Los detalles de este evento extremo reciente se analizan en el Recuadro 3-1.

Figura 3-1. **Análisis de tendencia en temperatura (°C).**



Fuente: Vuille y otros, 2015

Figura 3-2. **Análisis de tendencia en precipitaciones**

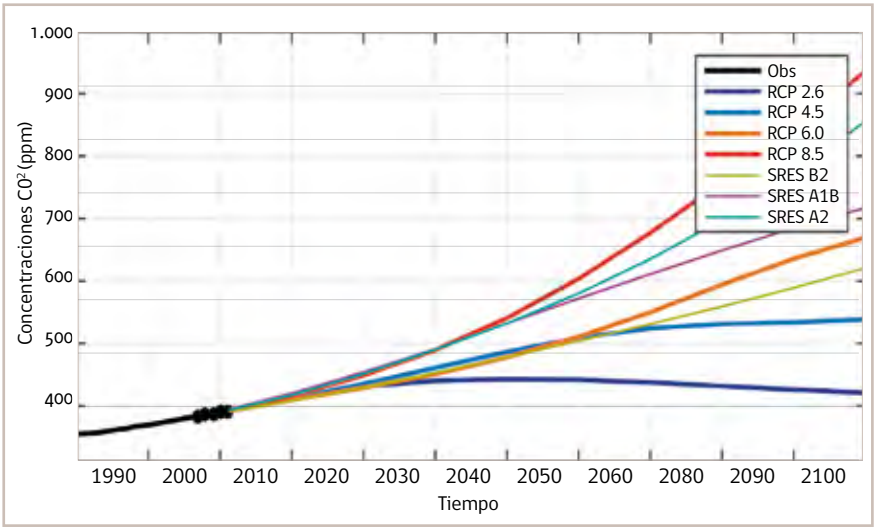


Fuente: Boisier y otros, 2016

2.2. Proyecciones de temperatura y precipitación

Para la elaboración del quinto informe del IPCC, AR5, se desarrollaron nuevos escenarios de emisiones y concentraciones de GEI, las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por su sigla en inglés). Con su ayuda se generaron las simulaciones de la quinta fase del proyecto de intercomparación de las simulaciones de proyecciones de cambio climático (Coupled Model Intercomparison Project 5, CMIP5). Las trayectorias observadas para las concentraciones de CO_2, correspondientes a los RCP, cubren un espectro más amplio en comparación con los escenarios antiguos (SRES), como se ve en la Figura 3-3. El escenario del RCP2.6 corresponde a un nivel de emisiones de GEI en que es posible estabilizar el aumento de las temperaturas globales del planeta por debajo de los 2 °C (respecto del promedio registrado durante el período preindustrial). Por otro lado, las emisiones presentes en el escenario RCP8.5 son superiores respecto del antiguo escenario con mayores emisiones, SRESA2. Este se caracteriza por un incremento constante de las emisiones hacia fines de siglo, puesto que considera un futuro sin cambios en las políticas para la reducción de GEI. Como se aprecia, no es fácil comparar los resultados de las simulaciones climáticas CMIP3 (forzadas con los antiguos escenarios SRES) con los resultados CMIP5.

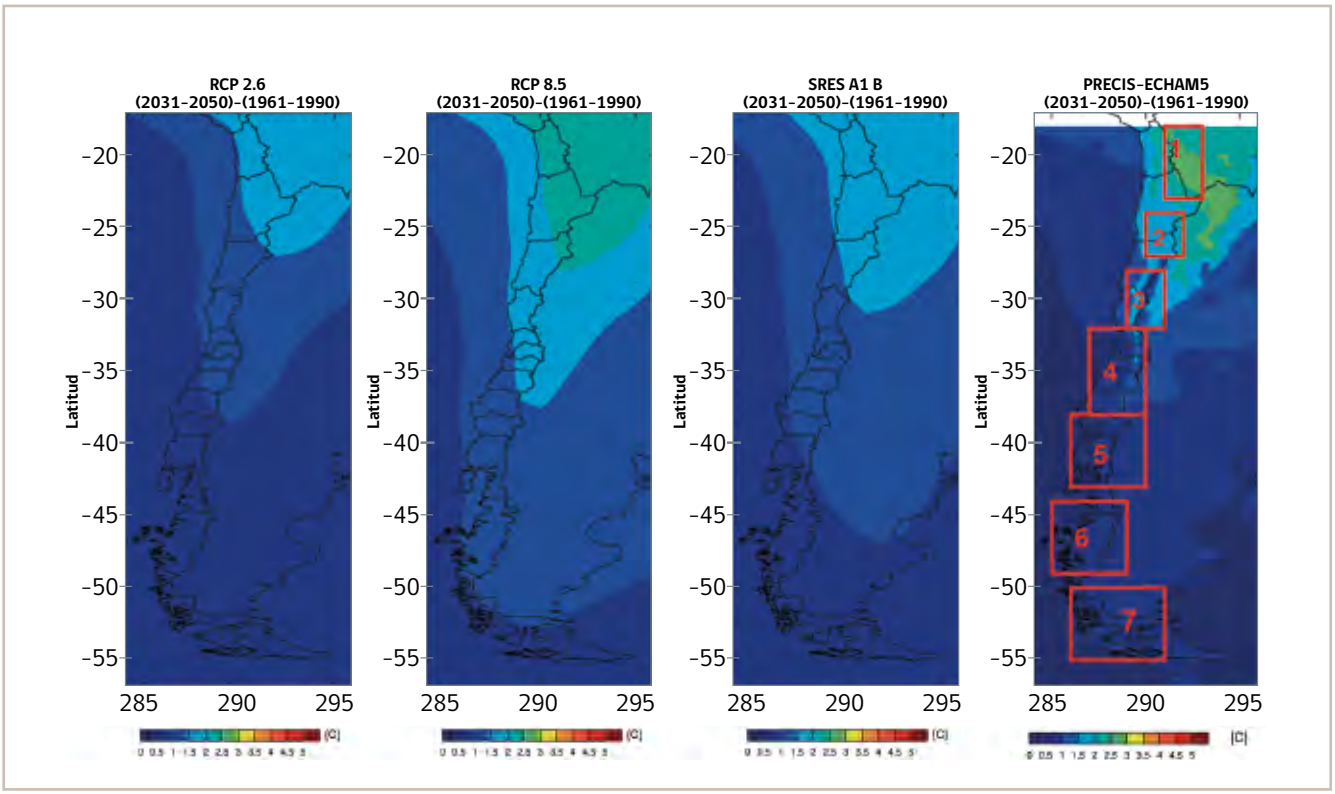
Figura 3-3. **Trayectorias de concentraciones de CO_2 de los distintos escenarios: SRES y RCP**



Fuente: Rojas, 2012

A pesar de la variabilidad en los escenarios de concentraciones de CO_2, los patrones de las proyecciones de los cambios de temperatura y precipitación para Chile para el siglo XXI serían similares. En la Figura 3-4 se muestran las proyecciones de temperaturas para los años 2031-2050 en los dos escenarios extremos RCP2.6, RCP8.5, CMIP3-SRES, A1B y de la simulación regional PRECIS-ECHAM5 para el escenario de emisiones A1B. El patrón de calentamiento es similar en todos los casos: mayor calentamiento en la zona altiplánica y menor en la región austral. Debido a su mayor resolución espacial, el modelo regional proyecta un mayor calentamiento en la zona andina.

Figura 3-4. **Mapas de cambio de temperatura para escenarios RCP y SRES A1B (GCM y RCM) para el período 2031-2050 en comparación con el período 1961-1990**



Fuente: Rojas, 2012

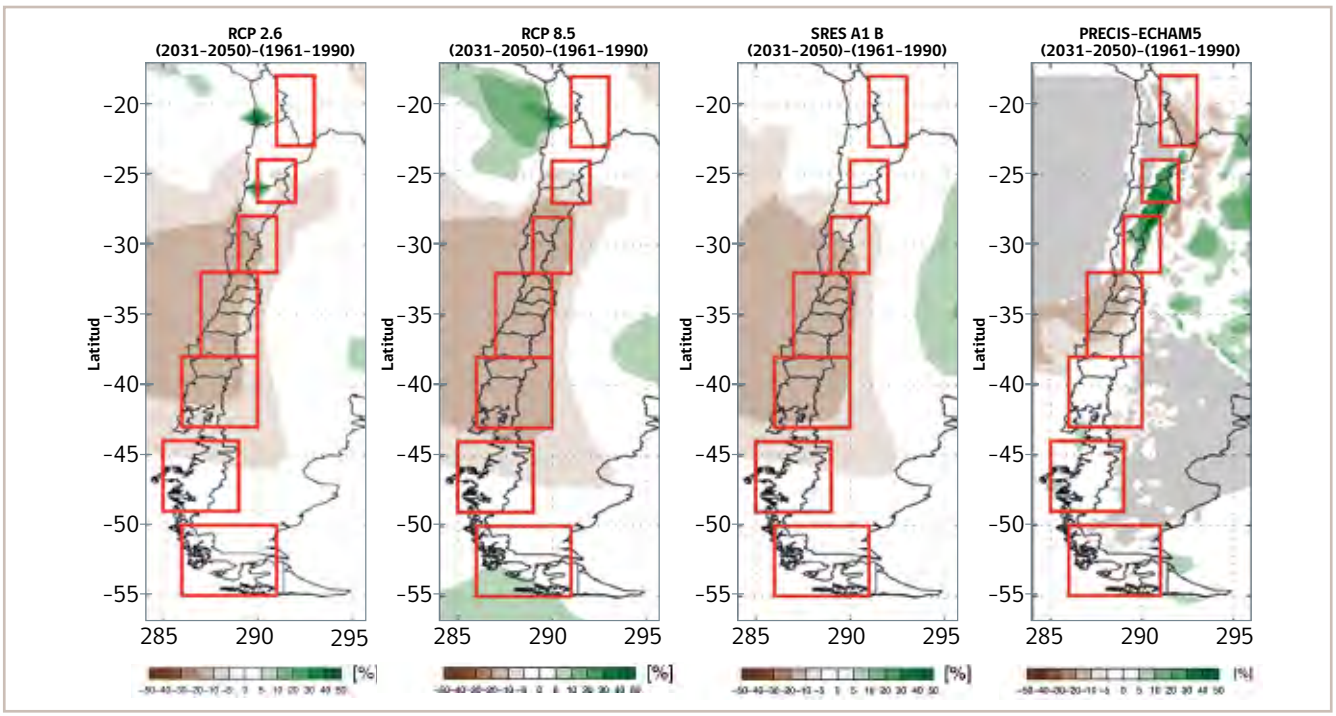
En el caso de las precipitaciones, las tendencias que se ilustran en la Figura 3-5 indican que el período 2031-2050 sería más seco en comparación con la media histórica, y proyectan una disminución de entre el 5% y el 15% para la zona comprendida entre las cuencas de los ríos Copiapó y Aysén. Estas proyecciones se acentuarían hacia la zona sur del país, específicamente entre la cuenca del río Biobío y el límite sur de la Región de Los Lagos (Rojas, 2012).

A raíz de estas proyecciones han comenzado a implementarse modelaciones climáticas a escala regional utilizando los escenarios de emisiones RCP. En general, la resolución espacial de los modelos del clima a escala global es demasiado gruesa para evaluar el impacto del cambio climático en regiones pequeñas, por lo que es necesario reducir proporcionalmente la escala de las simulaciones globales a resoluciones más finas (*downscaling*). Recientemente, la Dirección Meteorológica de Chile desarrolló un estudio[2] cuyo objetivo es resolver con más detalle las proyecciones de cambio climático para las distintas regiones de Chile. Los resultados indican tendencias de incremento de temperatura mayores que las proyectadas a escala global, así como una tendencia hacia una drástica disminución de precipitaciones en todo el territorio nacional. Cabe señalar que estas proyecciones regionales se basan en las estimaciones de un solo modelo global de proyecciones. Por otra parte, las mismas proyecciones a nivel global representan un promedio de más de veinte modelos del clima global, lo cual le otorga mayor robustez a dichas proyecciones.

2.3. Variabilidad climática y eventos extremos

El clima de Chile se encuentra fuertemente influenciado por tres forzantes climáticas: ENSO, la PDO y la oscilación antártica (AAO). El ENSO es el modo climático que modula de manera más marcada las variaciones pluviométricas interanuales en Chile central (Aceituno, 1989; Montecinos y Aceituno 2003; Montecinos y otros, 2000; Rutllant y Fuenzalida, 1991). En esta zona, la ocurrencia del ENSO se ha asociado a alteraciones en la ubicación e intensidad de los centros de altas presiones y a la frecuencia con que los sistemas frontales pueden ingresar al territorio,

Figura 3-5. Mapas de cambio de precipitaciones para escenarios RCP y SRES A1B (GCM y RCM) para el período 2031-2050 en comparación con el período 1961-1990



Fuente: Rojas, 2012

[2] *http://www.meteochile.gob.cl/js/pdf/SintesisInformeClima.pdf*

Gabriela Soto.

estableciéndose en términos generales que bajo la fase cálida —o fase Niño— es mayor la probabilidad de observar precipitaciones por sobre lo normal. Por el contrario, se observa una tendencia a la reducción de los montos de precipitación cada vez que se registra una disminución significativa de la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical (fase La Niña) (Larkin y Harrison, 2002).

Estudios recientes han proporcionado nuevas perspectivas en relación con los posibles vínculos entre cambios en ENSO y las condiciones medias climáticas del Pacífico. Una potencial desaceleración de la circulación de Walker debilitaría las corrientes del océano Pacífico ecuatorial, impulsando las ocurrencias de anomalías cálidas superficiales que se propagan hacia el este; condiciones que son características de observaciones extremas del fenómeno El Niño. Un rápido calentamiento del Pacífico ecuatorial, especialmente en el este, provocaría eventos de precipitación extrema en la región oriental del Pacífico ecuatorial y cambios extremos en la dirección ecuatorial de las zonas de convergencia del Pacífico, ambas características propias de fenómenos El Niño extremos (Cai y otros, 2015). Por otra parte, se esperaría un aumento en la frecuencia de la fase La Niña como una respuesta a la intensificación de la fase El Niño, aumento caracterizado por un acelerado calentamiento en la superficie del océano y el continente. Como consecuencia, los fenómenos meteorológicos catastróficos relacionados con ENSO ocurrirían con más frecuencia como resultado del cambio climático (Cai y otros, 2014). Sin embargo, estas proyecciones necesitan mayor evidencia, especialmente considerando el contradictorio fortalecimiento observado en la circulación de Walker durante los últimos años (Xie y otros, 2015). Más aún, no existe consenso entre los modelos climáticos respecto de si en el futuro aumentará o disminuirá la variabilidad del ENSO (Meehl y otros, 2007).

En la región existe evidencia de saltos climáticos significativos que pueden generar confusión en la detección de tendencias y que se asocian con cambios de fase de la PDO (Oscilación decenal del Pacífico). El caso más notable es el marcado salto climático a mediados de la década de 1970, que afectó a toda la zona americana y en particular a Chile (Jacques-Copper y Garreaud, 2015). La PDO es un fenómeno de larga duración definido por las temperaturas de la superficie en el noreste y oeste del océano Pacífico. La fase cálida está caracterizada por la presencia de aguas más cálidas y vientos alisios debilitados, mientras que la fase fría se caracteriza por la temperatura fría de las aguas y la intensificación de los vientos alisios.

El impacto del cambio climático en la PDO ha sido estudiado mediante modelos climáticos. Según un estudio de Zhang y Delworth (2016), se esperaría un patrón de comportamiento similar en condiciones más cálidas, pero la amplitud y frecuencia de la PDO se verían alteradas. Por ejemplo, como respuesta al calentamiento la amplitud de la PDO se reduce significativamente y la frecuencia se hace más corta, pasando de veinte a doce años, aproximadamente.

Por su parte, la AAO se caracteriza por un desplazamiento norte-sur del cinturón de vientos del oeste que circulan alrededor de la Antártica y que dominan las latitudes medias a altas del hemisferio sur. El cambio de posi-

ción de la banda de viento del oeste influye en la fuerza y la posición de los frentes fríos y de los sistemas de tormentas de latitudes medias, y, por tanto, en la variabilidad de las precipitaciones en el centro y sur de Chile. En su fase positiva, la banda de vientos oeste se encuentra contraída en torno a la Antártica y se relaciona con el déficit de precipitaciones. Por el contrario, en su fase negativa la AAO se caracteriza por un desplazamiento norte de la banda de vientos oeste, asociado con condiciones de bajas presiones en Chile central, las cuales pueden derivar en un aumento de las condiciones favorables para la formación de frentes de precipitación. La AAO ha mostrado una tendencia persistentemente positiva durante la estación de verano durante los últimos cincuenta años. Las tendencias históricas indican que dicho comportamiento se ha observado con anterioridad. Sin embargo, modelaciones climáticas permiten pronosticar que el debilitamiento del ozono sobre la Antártica y el calentamiento global tienen un efecto importante en el fortalecimiento de la AAO (Zhang y otros, 2014).

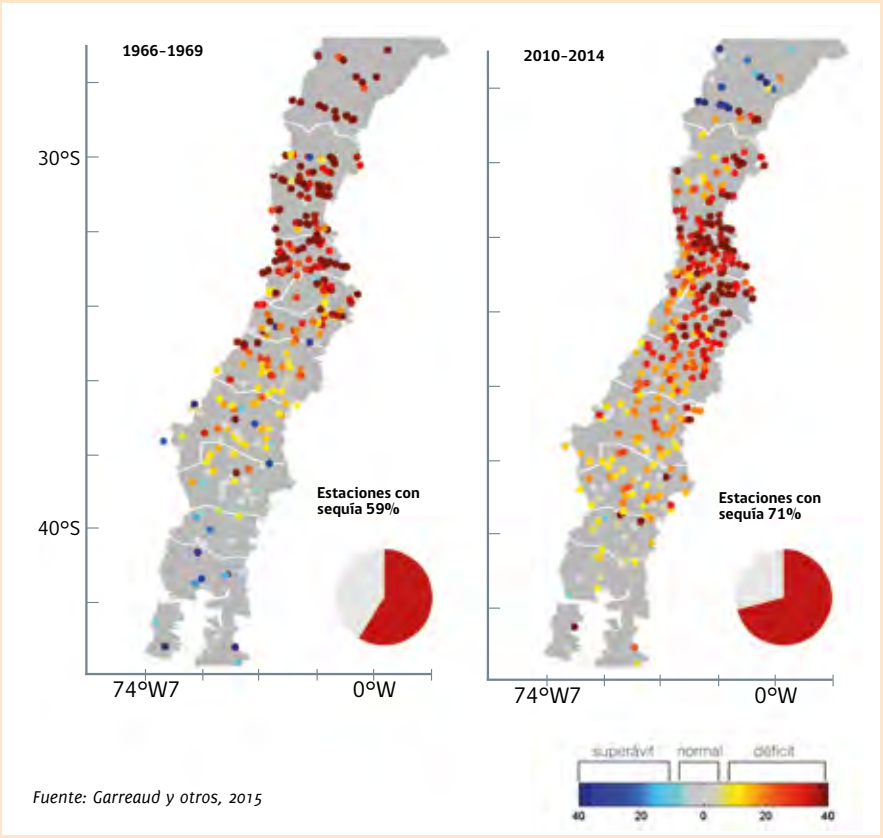
Estos forzantes climáticos tienen un impacto importante en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Se revisan con más detalle en el Recuadro 3-1 y en la sección de vulnerabilidad del sector Recursos Hídricos.

Así también, El Niño es un importante modulador de la productividad agrícola, de los incendios forestales (Recuadro 3-2) y de las dinámicas ecosistémicas relacionadas con los recursos pesqueros, entre otras.

Recuadro 3-1. Megasequía en Chile (2010-2015)

Chile ha estado expuesto a períodos de sequía a lo largo de su historia y de su territorio. Entre las regiones de Coquimbo y el Biobío, cerca del 25% del período entre 1940 y 2015 estuvo marcado por la sequía pluviométrica (déficit de precipitación superior al 30%), y aunque la mayoría de esos eventos ocurren de manera aislada (períodos de un año), destaca la ocurrencia de cuatro eventos multianuales: de 1945 a 1947, de 1967 a 1969, de 1988 a 1990 y de 2010 a 2015. Este último evento sobresale por su inusual prolongación temporal y territorial en el registro instrumental (ver Figura 3-6), dado que abarca desde Coquimbo hasta la Araucanía. Por ello se le ha denominado "megasequía" (Garreaud y otros, 2015). El evento coincide con la década más cálida registrada en la zona central del país, lo que ha agravado las pérdidas de agua por evaporación y acentuado con ello el déficit hídrico.

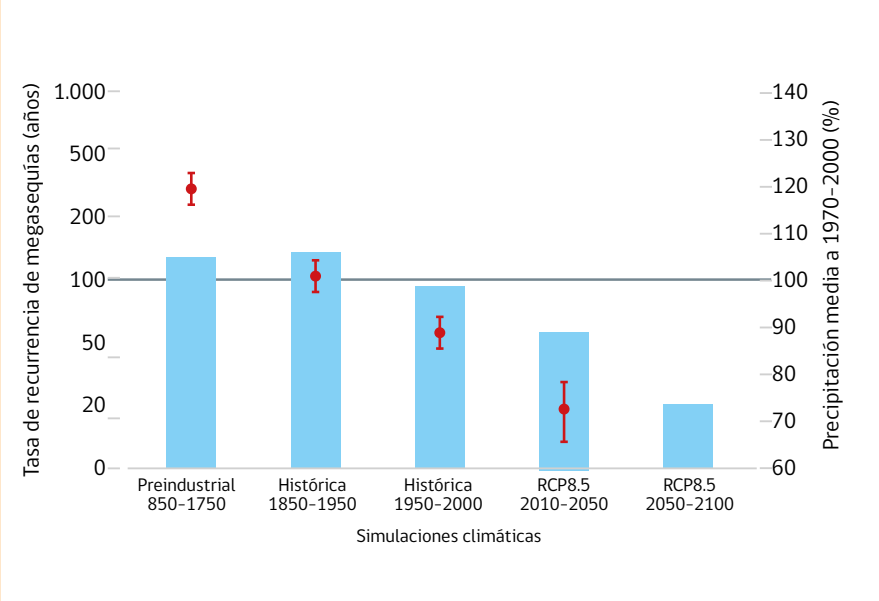
Figura 3-6. Déficit o superávit pluviométrico promedio para los períodos 1966-1969 y 2010-2014. El déficit, expresado en porcentaje, se calcula en cada estación como el total anual promedio del período seco dividido por el promedio de largo plazo (1970-2000). Se indica también el porcentaje de estaciones con déficit promedio superior al 30% entre las regiones de Coquimbo y Los Ríos. Datos: Dirección General de Aguas y Dirección Meteorológica de Chile



Fuente: Garreaud y otros, 2015

El Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), que ha estudiado en profundidad este evento, plantea que históricamente las sequías tienden a ocurrir cuando las condiciones son frías en el Pacífico ecuatorial, es decir, en inviernos de La Niña; por el contrario, los inviernos de El Niño suelen producir mayores precipitaciones en Chile central. Además, señala que los períodos de la PDO son relativamente largos (10-20 años) cuando las condiciones son más secas en Chile central, y que en estos lapsos es más frecuente la ocurrencia de sequías intensas. La megasequía 2010-2015 se ha acompañado de condiciones neutras en el Pacífico ecuatorial, a excepción del año 2010, que correspondió a un evento de La Niña. Junto con ello, en el período 2007-2014 el índice de PDO promedio fue de -0,5, para el cual se esperaría un déficit promedio de precipitaciones cercano al 15%, valor bastante inferior al déficit observado, de 30%. Esta discordancia sugiere la acción de factores antropogénicos en la mantención de la intensa y prolongada megasequía en Chile central. Tal conjetura fue verificada en el trabajo de Boisier y otros (2016), en el que se estima que este último efecto explica entre un tercio y un cuarto del déficit hídrico observado. El efecto antropogénico continuará actuando en el futuro, incrementando la recurrencia de sequías extensas y prolongadas de Chile central a lo largo de este siglo (Figura 3-7).

Figura 3-7. Período de recurrencia en años (escala a la izquierda) de una sequía (> 30% de déficit de precipitación en Chile central) de tres o más años de duración, empleando siete modelos climáticos que simulan climas pasados, presentes y futuros. El período de recurrencia se calculó para cada modelo. Los círculos rojos indican el promedio y las líneas verticales la desviación estándar entre modelos. Las barras celestes indican el promedio multimodelo de la precipitación relativa a la media 1970-2000 (escala a la derecha)



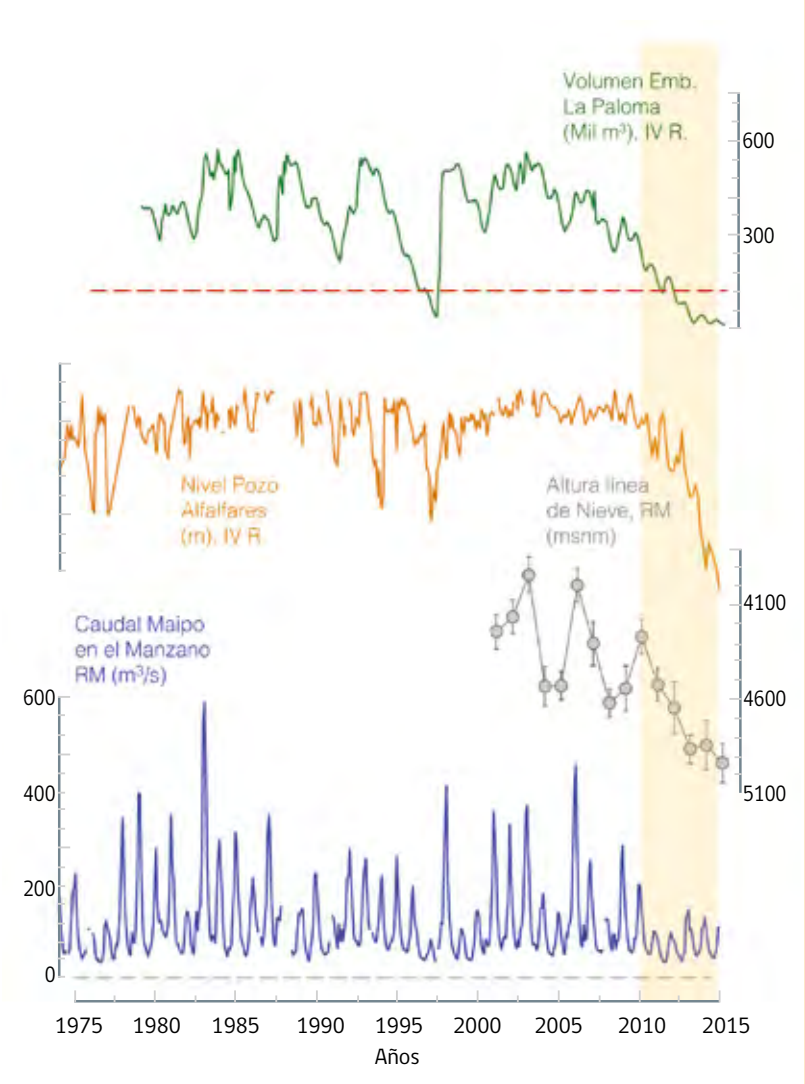
Fuente: Garreaud y otros, 2015, con datos del Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5-WCRP)

Incendio, Archivo CONAF.

Este evento ha repercutido en varios de los sectores analizados en este capítulo. Por ejemplo, en el sector Recursos Hídricos se ha observado una reducción de los caudales de los ríos del país, reducción que se evidencia también en lagos, embalses, nieve y aguas subterráneas (ver ejemplos en la Figura 3-8). La disminución de caudales, por su parte, ha mermado la cantidad de nutrientes que llegan al mar, como nitrato y fosfato, lo que a su vez afecta directamente la productividad biológica de la zona costera. Respecto de la

biodiversidad, a pesar de que la vegetación nativa se ha adaptado para resistir los impactos de las sequías, la intensidad de la megasequía ha deteriorado notablemente la vegetación sin riego de la zona central del país, mientras que la superficie forestal quemada en el centro-sur de Chile ha aumentado un 70% durante el período entre 2010 y 2015 (más detalles en el Recuadro 3-2).

Figura 3-8. Evolución temporal del volumen en el embalse La Paloma (línea verde), nivel freático en el pozo de observación Alfalfares (línea naranja), altura de la línea de nieve durante el mes de enero en la cordillera de Santiago (línea gris) y caudal en la estación río Maipo en el Manzano



Fuente: Garreaud y otros, 2015, con datos de la Universidad de La Serena, la DGA y el National Snow and Ice Data Center, USA.

2.4. Condiciones en la criósfera

Estudios recientes indican que los factores de variabilidad climática (ENSO, PDO) afectan considerablemente los regímenes de acumulación de nieve y caudales en el nivel cordillerano. Cambios históricos en los niveles de temperatura han alterado el caudal de ríos de menor elevación, lo que sugiere que en el futuro podría desencadenarse un efecto umbral si las temperaturas siguen aumentando como en las últimas décadas (Cortés y otros, 2011; Masiokas y otros, 2008; Rubio-Álvarez y McPhee, 2010; McPhee y otros, 2014). Dicho efecto umbral guarda relación con potenciales cambios abruptos en un sistema como consecuencia de traspasar un determinado umbral en uno de los componentes del sistema, lo que gatillaría respuestas sistémicas complejas de predecir. Cambios en los niveles de temperatura podrían alterar los patrones normales de acumulación y derretimiento de nieve. Pese a que ya se han realizado algunas modelaciones de estos efectos, es necesario mejorarlas para hacer predicciones. Por ejemplo, en lo que respecta al balance de masa y de energía del manto nival, mientras la sublimación es un importante factor para el norte del país, la lluvia sobre nieve lo es para el sur. Cambios futuros en la temperatura y la precipitación podrían tener efectos disímiles sobre la acumulación máxima y sobre la duración de la nieve sobre el terreno, con impactos aún no cuantificados en ecosistemas dependientes (Ayala y otros, 2014; Cornwell y otros, 2016; Cortés y otros, 2014; Cortés y otros, 2016; Masiokas y otros, 2016; Masiokas y otros, 2010).

Sergio Cornejo.

Otro gran componente de la criósfera son los glaciares. La evidencia reciente muestra una tendencia al retroceso en la mayoría de los glaciares de Chile. La dificultad para proyectar estas tendencias en un modelo de predicción radica en la comprensión de la influencia relativa de las variaciones en la temperatura y en la precipitación sobre su evolución (Bown y otros, 2008; Casassa y otros, 1998; Masiokas y otros, 2009 y 2016; Mernild y otros, 2015; Pellicciotti y otros, 2014; Rivera y otros, 2002 y 2006). En paralelo, se han registrado avances en la comprensión del papel de los glaciares en el régimen de escorrentía de los ríos. Estudios recientes dan cuenta del rol clave que estos pueden alcanzar, y pese a la carencia de observaciones extensas en tiempo, se ha ha podido avanzar con la aplicación de modelos numéricos (Gascoin y otros, 2011; Krogh y otros, 2015; Ohlanders y otros, 2013; Pellicciotti y otros, 2008; Ragettli y otros, 2014). La mayor cantidad de información proviene de glaciares blancos o cubiertos, y poco se sabe aún de los glaciares rocosos y su importancia. Es presumible que la cantidad de hielo presente en este último tipo de glaciares sea comparable a la que hay en los glaciares blancos, pero no hay seguridad por la falta de información sobre su comportamiento general (Azócar y Brenning, 2010; Brenning, 2005; Brenning y Azócar, 2010; Brenning y Trombotto, 2006; Brenning y otros, 2007).

2.5. Condiciones en los océanos

2.5.1. Nivel medio del mar

El nivel medio del mar (NMM) ha aumentado en las décadas recientes debido a la dilatación térmica y el deshielo de los glaciares, de los casquetes de hielo y de los mantos de hielo polares. De acuerdo con el IPCC (2014a), el NMM mundial se elevó 0,19 (0,17 a 0,21) m en el período 1901-2010, y se espera que aumente entre 0,26 y 0,82 m entre 2081 y 2100. En Chile, no obstante, la variación relativa del NMM respecto del suelo marino está condicionada por la actividad sísmica en la zona de subducción entre las placas de Nazca y Sudamericana. Un análisis de los registros de hasta sesenta años de extensión en mareógrafos de la red nacional del SHOA (Contreras-López y otros, 2012) indica que las tasas de cambio del NMM difieren significativamente a lo largo del país (Tabla 3-1). En la zona norte está disminuyendo a tasas de hasta -1,4 mm/año (Arica), mientras que en la zona central y sur aumenta hasta en 2,2 mm/año (Puerto Williams). El lugar con mayor tasa de aumento del NMM es Isla de Pascua, con 3,2 mm/año. Uno de los escenarios conservadores de cambio climático para el año 2100 predice aumentos del NMM entre 0,2 y 0,3 m para distintas latitudes a lo largo del país, valores que son coincidentes con las tasas de incremento estimadas por la CEPAL (2011) y el informe del IPCC (Magrin y otros, 2014). Utilizando modelos numé-

Tabla 3-1. Variación anual del nivel medio del mar en el litoral de Chile, estimado con registros horarios de mareógrafos

Estación	Duración (años)	Fecha inicio	Fecha término	Variación total (mm)	Variación anual (mm/año)
Arica	59	06/12/1950	31/12/2008	- 82	- 1,4
Antofagasta	64	06/12/1945	30/11/2008	- 55	- 0,9
Caldera	57	01/12/1950	30/11/2006	+ 69	+ 1,2
I. de Pascua	51	16/01/1957	29/04/2008	+ 162	+ 3,2
Valparaíso	65	02/01/1944	29/04/2008	+ 6	+ 0,1
Talcahuano	60	01/08/1949	29/06/2008	+ 88	+ 1,5
Pto. Williams	40	04/11/1964	01/04/2005	+ 90	+ 2,2

Fuente: Contreras-López, Winckler y Molina, 2012, a partir de datos del SHOA

ricos, Albrecht y Shaffer (2016) proyectan aumentos del NMM en la costa de Chile de 34 a 52 cm para el escenario RCP4.5, y de 46 a 74 cm para el escenario RCP8.5 a fines del siglo XXI.

Se debe considerar que los registros del NMM se ven alterados por efectos isostáticos de la interacción de las placas tectónicas (Albrecht y Shaffer, 2016; Wyss, 1976). Dentro del ciclo sísmico, los movimientos cosísmicos (durante terremotos) e intersísmicos (entre terremotos) se traducen en solevantamiento o subsidencia costera. Casos en los que el registro instrumental muestra un descenso del NMM pueden indicar que la referencia del mareógrafo, fijada en tierra, se está alzando durante el período intersísmico más de prisa que el alza del NMM debido al cambio climático. Por su parte, los movimientos cosísmicos verticales pueden generar descensos de incluso metros en el NMM (Farías y otros, 2010), que equivalen a centurias de alza asociada al cambio climático. El impacto de la actividad tectónica en el NMM es una materia poco explorada por la comunidad científica nacional.

El NMM está también afecto a oscilaciones cíclicas irregulares como el ENSO. A partir del análisis estadístico de series horarias, Contreras-López y otros (2012) observan que este efecto puede incrementar los promedios mensuales del NMM en hasta 30 cm durante la fase Niño, y reducirlos en el mismo orden durante la fase Niña. El aumento del NMM durante un año Niño es por tanto comparable al aumento asociado al cambio climático para fin de siglo. Tampoco los efectos de los fenómenos ENSO y su correlación con el NMM han sido bien estudiados en Chile.

2.5.2. Marea meteorológica

La marea meteorológica se origina en las variaciones diarias o estacionales de los campos de presión atmosférica (efecto barotrópico) y en el viento que puede producirse en una localidad (CEPAL, 2011). Su efecto se traduce en el aumento del nivel del mar por sobre la componente astronómica de la marea, que en Chile es del orden de decímetros durante el paso de los centros de baja presión. Este fenómeno solo ha sido estudiado, y escasamente, de manera cualitativa en Chile (Beyá, Winckler y Molina, 2013), pero se presume que contribuye al daño en la infraestructura costera durante los temporales (Winckler y otros, 2015). En la actualidad existen métodos muy simplificados para estimar el incremento del nivel del mar debido a la marea meteorológica en escenarios de cambio climático (Mase y otros, 2013; Suh y otros, 2011), pero no han sido adaptados a la realidad nacional. La CEPAL (2011), por su parte, estima valores extremos de la marea meteorológica inferiores a 1 m para períodos de retorno de cincuenta años. La resolución espacial de los resultados es muy gruesa como para obtener valores consistentes. Church y otros (2013) predicen un aumento significativo de las inundaciones costeras para el sector norte del país, pero los resultados del informe del IPCC no tienen la resolución espacial suficiente como para evaluar efectos locales.

2.5.3. Oleaje

El oleaje es el principal agente modelador de los procesos litorales en las costas abiertas de Chile donde existen asentamientos (esto es, entre Arica y la isla de Chiloé). Este agente se caracteriza con parámetros estadísticos como altura significativa, dirección y período, que han experimentado variaciones históricas debido al cambio climático contemporáneo. Molina y otros (2011) indican que en Chile central se habrían producido aumentos de 10 cm

Talcahuano, Imagen de Chile.

en la altura significativa y una alteración de 12° en la dirección del oleaje durante veinte años; variaciones que también se ven alteradas por el fenómeno ENSO. No se han percibido modificaciones significativas en el período del oleaje.

En lo relativo a las predicciones, Molina y otros (2011) estiman, extrapolando datos históricos, que al año 2031 el clima medio de oleaje en condición normal de ENSO presentaría variaciones de hasta -22,6° en las direcciones en relación con las condiciones medias actuales, mientras que en condiciones extremas de ENSO se presentarían variaciones de hasta -28,2°. La CEPAL (2011), por su parte, encuentra tendencias para el aumento de las alturas significativas medias mensuales al año 2070 de 30 mm en la zona norte del país y de 60 mm para el extremo sur. Finalmente, Church y otros (2013, AR5) prevén aumentos de cerca del 5% en la altura significativa promedio para la mayoría del territorio chileno, excepto para el sur del país (IX-X regiones), donde se prevé una disminución superior a ese porcentaje. El territorio insular presentaría también disminuciones importantes. En resumen, la información histórica y futura del comportamiento del oleaje es escasa y la resolución insuficiente como para establecer estrategias de adaptación para la infraestructura costera y portuaria del país.

Archivo MMA.

2.5.4. Acidificación

El aumento de las emisiones de CO_2 atmosférico está induciendo cambios en la química del agua de mar, disminuyendo su pH, bajando la disponibilidad de iones de carbonato y reduciendo el estado de saturación de carbonato de calcio. El fenómeno, conocido como acidificación del océano, está ocurriendo a un ritmo más rápido en las regiones polares y subpolares, como la Antártica. El pH promedio del agua de la superficie se ha reducido en aproximadamente 0,1 unidades desde la época de la revolución industrial y se esperan reducciones futuras de hasta 0,3 unidades para el año 2100 (IPCC, 2013).

La zona costera de Chile se ve afectada por diferentes procesos que determinan niveles naturales de bajo pH y alto pCO_2, como procesos de surgencia costera y descargas de agua dulce, los cuales generan condiciones naturales de subsaturación de carbonato de calcio ($CaCO_3$). En el país se han desarrollado estudios que evalúan los impactos de la acidificación del océano sobre especies que habitan las costas, con énfasis en especies de importancia comercial. La acidificación produce una serie de reacciones químicas que pueden inducir la disolución del $CaCO_3$ que conforma la concha de muchos organismos marinos; por lo tanto, las proyecciones de acidificación de los océanos polares y subpolares hacia finales de siglo implican que aquella sería corrosiva para las conchas y estructuras que contengan carbonato de calcio. Pese a lo crítico de este efecto, solo se dispone de un limitado número de estudios sobre ello en Chile y múltiples aspectos relativos a la acidificación del Pacífico sur y su relación con los cambios climáticos no han sido estudiados con la suficiente profundidad.

3. Análisis de vulnerabilidad

En el contexto de cambio y variabilidad climática, la definición más recurrente indica que la vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible de verse afectado de manera adversa por los efectos del cambio en el clima (Adger, 2006; Eakin y Luers, 2006; Kelly y Adger, 2000). Considerando dichas dimensiones, en la práctica el concepto se analiza desde dos perspectivas: vulnerabilidad de resultado y vulnerabilidad de contexto. La vulnerabilidad de resultado es la cantidad potencial de daño causado a un sistema por un evento en particular, en función de la exposición (medido de acuerdo con la frecuencia, duración y magnitud del evento) y la sensibilidad (impacto previsto del evento en el sistema), considerando la capacidad de adaptación para reducir el daño. La vulnerabilidad de contexto corresponde al estado dentro de un sistema antes de enfrentarse a un determinado fenómeno; en otras palabras, alude a una vulnerabilidad como condición preexistente, determinada no en relación con riesgos específicos sino más bien con factores subyacentes de tipo social, político, económico, cultural e institucional (Kiparsky y otros, 2012). Estos factores incluyen la pobreza, los bajos niveles de alfabetización y la distribución desigual del poder, todos los cuales influyen en la capacidad de adaptación de las comunidades. El IPCC define vulnerabilidad como la propensión o predisposición a verse afectado. Es un concepto complejo puesto que alude a una susceptibilidad o sensibilidad de ser sujeto de daño y a la falta de capacidad para resistir y adaptarse (IPCC, 2014b). Tal concepto más amplio es el que se usa en este capítulo. Sin embargo, los múltiples estudios utilizados para la elaboración de este documento contienen definiciones variadas.

Altos de Pemehue, MMA.

Desde la perspectiva de la vulnerabilidad de contexto, Chile es considerado un país altamente vulnerable porque cuenta con áreas de borde costero de baja altura; una gran superficie de archipiélagos y territorios insulares; áreas áridas, semiáridas y de bosques; susceptibilidad a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos como las cordilleras de la Costa y de los Andes. En lo que respecta al análisis de vulnerabilidad de resultado, como parte importante de las actividades económicas del país dependen del clima y del uso de recursos naturales, se espera que se vea impactado de manera significativa por los fenómenos asociados al cambio climático. A continuación se presenta una síntesis de la vulnerabilidad de algunos de los sectores más relevantes para Chile, que mejora y complementa la información con que se contaba cuando se desarrolló la Segunda Comunicación Nacional de Chile frente a la CMNUCC (2CN).

3.1. Sector Recursos Hídricos

En la sección anterior se presentaron los cambios observados y los impactos esperados respecto de una serie de variables climáticas que tienen una influencia directa en las condiciones hidrológicas (cantidad y temporalidad de

caudales) en las distintas cuencas hidrográficas del país. En las partes más altas de las cuencas estos cambios en las condiciones climáticas influyen también indirectamente a través de los efectos esperados en la criósfera (glaciares, acumulación y derretimiento de nieve, permafrost) (Vaughan y otros, 2013), porque gran parte de los recursos hídricos de Chile dependen de las condiciones de acumulación de nieves y hielo en la cordillera de los Andes.

En esta sección se presentan los principales efectos de tales cambios en el clima, en conjunción con los cambios en la criósfera y las condiciones hidrológicas esperadas en las cuencas del país. Estos cambios pueden afectar la seguridad hídrica ya sea porque disminuye la cantidad de agua disponible para usos productivos, para el sostén de medios de vida o ecosistemas valiosos, o porque aumentan los efectos negativos en términos de calidad de agua u ocurrencia de eventos extremos como desastres de origen hidrometeorológico.

Tal como en la sección anterior, los cambios proyectados para las variables climáticas obtenidas con los escenarios actuales del IPCC son comparables a lo que se podía inferir cuando se presentó la 2CN de Chile. Los distintos escenarios y modelos GCM pronostican una disminución en los niveles de precipitación en la zona centro-sur del país, un aumento hacia el extremo austral y cierta ambigüedad en los cambios esperados en la zona norte. Para todo Chile se espera un aumento de temperatura, especialmente en lugares más alejados de la influencia de los océanos. Siguen siendo válidos en este sentido los resultados que se presentaron en la 2CN, donde se indicaba que, para

Saltos de Petrohué, Karina Bahamonde.

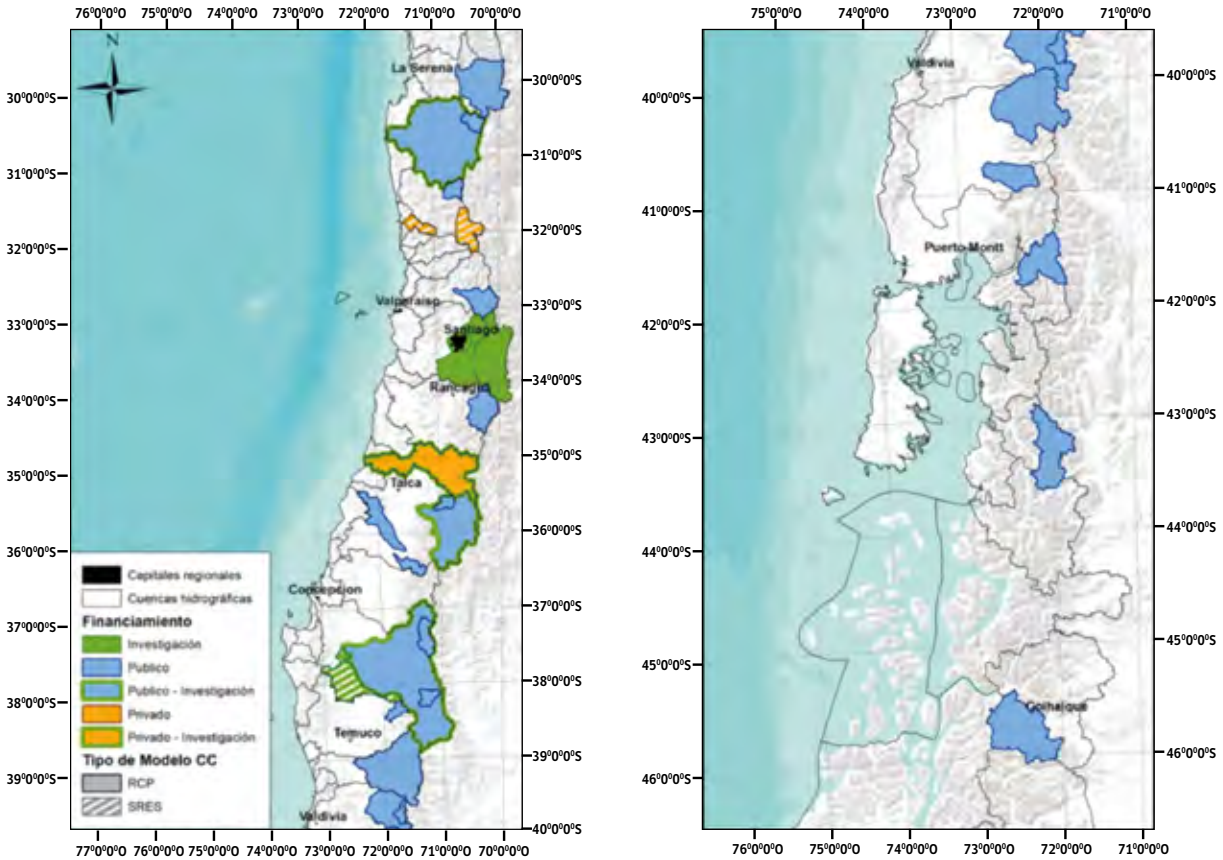
cuencas ubicadas entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, se esperaba una disminución en los caudales de los ríos producto de la disminución de las precipitaciones y de pérdidas en la acumulación de nieve por el alza de la isoterma o °C, lo que implicaría una reducción de la capacidad de almacenar nieve a lo largo del año, y además alteraría los patrones temporales en que los caudales medios y extremos se manifiestan en las cuencas, especialmente aquellas de influencia nival. Para las cuencas del extremo sur, la 2CN mencionó que se esperaba un aumento en los caudales y un cambio en la extensión de las masas de hielo, mientras que había incertidumbre respecto de los impactos esperados en la zona norte del país, en especial en la zona altiplánica (CCG, UC, 2013).

Tras actualizar las proyecciones con los escenarios RCP propuestos por el AR5 del IPCC (2013), los estudios elaborados con posterioridad a 2011 confirman la tendencia señalada en la 2CN. Se ha avanzado de manera sostenida en el esfuerzo de contar con proyecciones para los impactos del cambio climático en las distintas cuencas del país. Este esfuerzo se representa en la Figura 3-9, en la que se muestran las cuencas (o secciones de cuencas) estudiadas en Chile. Destaca que se trate de iniciativas de origen diverso (sector público, sector privado o proyectos de investigación) y que aunque usen metodologías y modelos climáticos diferentes abarcan un porcentaje significativo del territorio nacional, lo que muestra el grado de avance logrado por el país a la fecha.

A través de sus efectos en la seguridad hídrica, los recursos hídricos están conectados de manera directa con una serie de sectores y sistemas. Desde la 2CN Chile ha concretado importantes avances en el estudio de estas conexiones y con los análisis de impactos indirectos mediados por los cambios en las condiciones hidrológicas. Una de estas experiencias ha sido el análisis de vulnerabilidades realizado en la

cuenca del río Maipo, en Chile central, donde viven casi siete millones de personas, concentradas en la ciudad de Santiago. El área produce alrededor del 40% del producto interno bruto del país, comprende unas 250.000 hectáreas de tierras agrícolas de regadío y numerosas actividades productivas (minería del cobre, industrias, generación de energía hidroeléctrica), como también ecosistemas mediterráneos endémicos; además es escenario de múltiples actividades recreativas. A través del proyecto Vulnerabilidad y Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático en la Cuenca del Río Maipo en Chile Central, más conocido como Maipo Plan de Adaptación (MAPA),[3] proyecto financiado por el International Development Research Center (IDRC) y coordinado por el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se llegó a un análisis de vulnerabilidades de los distintos sectores afectados por el cambio climático. El resumen de estos resultados, junto con los impactos del cambio climático en el derretimiento de glaciares y las condiciones hidrológicas que tienen efectos en la generación hidroeléctrica y el sostén de caudales ambientales en la cordillera, se presentan en la Figura 3-10. De acuerdo con los distintos escenarios evaluados, estos efectos podrían reducir drásticamente los volúmenes de agua

Figura 3-9. Cuencas (o secciones de cuencas) que han sido objeto de estudio respecto de los impactos del cambio climático en las condiciones hidrológicas. Se destaca la fuente de financiamiento en los estudios y tipo de escenarios de emisión de GEI. Los números están asociados al listado de cuencas presentado en la Tabla 3-2



Fuente: Elaboración CCGUC a partir de MMA (2011), Proyecto FONDEF D10i1051-2015; Universidad de Chile (2011); Demaria (2013); CCGUC (2013); Proyecto MAPA-IDRC 107081-001-2016; TECO-GCCUC/Universidad de Chile (2016)

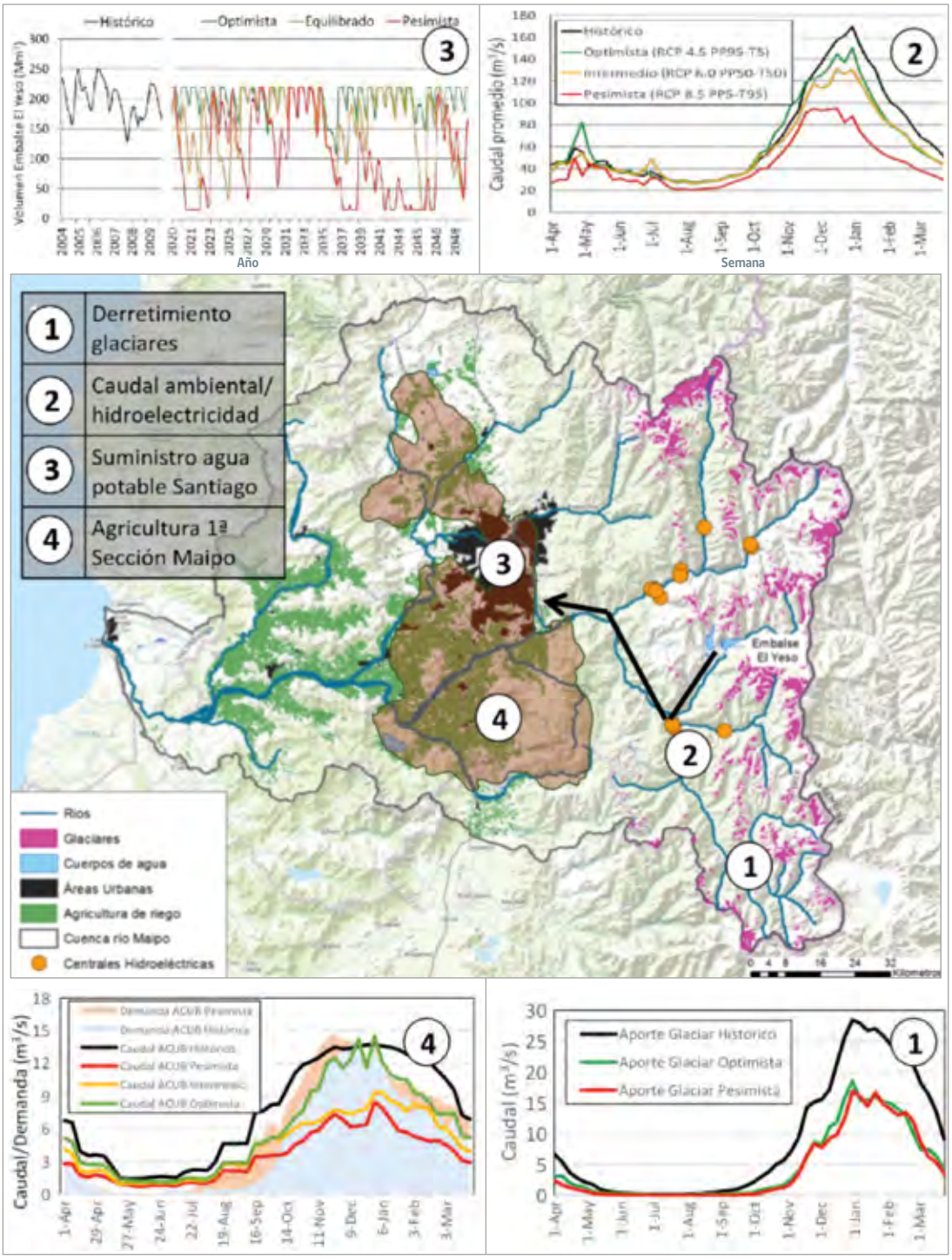
[3] *Más información en www.maipoadaptacion.cl.*

almacenados en el embalse El Yeso, principal fuente de regulación de agua para la provisión de agua potable de la ciudad de Santiago. También se prevé un empeoramiento en las condiciones de suministro de agua para riego producto de un aumento en la demanda de agua y de una disminución en la oferta de agua durante la temporada de riego. Varios de estos efectos serán tratados con mayor detalle en secciones posteriores.

Tabla 3-2. Cuencas analizadas desde una perspectiva hidrológica. El número a continuación del nombre de cada cuenca o subcuenca se relaciona con la referencia numeral de la Figura 3-9

Cuenca o subcuenca	Tipo de proyecto			Tipo de metodología		
	Investigación	Proyectos financiados por sector público	Proyectos financiados por sector privado	Balance hidrológico simple	Modelos de simulación escenarios SRES	Modelos de simulación escenarios RCP
Estudios anteriores al 2011						
Estudio Ministerio de Energía (2CN)						
Elqui en Algarrobal		✓			✓	
Hurtado en San Agustín		✓			✓	
Aconcagua en Chacabuquito		✓			✓	
Maipo en San Alfonso		✓			✓	
Cachapoal aguas abajo junta Cortaderal		✓			✓	
Río Teno después de junta con río Claro		✓			✓	
Afluente laguna Invernada		✓			✓	
Afluente embalse Melado		✓			✓	
Afluente laguna Maule		✓			✓	
Afluente río Claro y estero Las Garzas		✓			✓	
Afluente laguna Laja		✓			✓	
Bíobío en Llanquén		✓			✓	
Liquiñe en Liquiñe		✓			✓	
Rahue en desagüe		✓			✓	
Lago Rupanco		✓			✓	
Cuennca intermedia río Blanco		✓			✓	
Estudio Ministerio Medio Ambiente (2CN)						
Illapel en Las Burras		✓			✓	
Río Purapel en Nirivilo		✓			✓	
Río Perquilauquén en San Manuel		✓			✓	
Río Cautín en Rari-Ruca		✓			✓	
Estudios posteriores al 2011						
Limarí	✓				✓	✓
Choapa alto			✓			
Maipo	✓					✓
Mapocho Almendros	✓					✓
Maipo Manzano	✓					✓
Zona urbana	✓					✓
Zona agrícola	✓		✓			✓
Mataquito	✓					✓
Maule	✓	✓				✓
Aguas arriba embalse Colbún						
Vergara	✓					
Biobío		✓			✓	✓
Toltén		✓				✓
Valdivia		✓				✓
Bueno		✓				✓
Puelo		✓				✓
Yelcho		✓				✓

Figura 3-10. **Síntesis de análisis de vulnerabilidad asociados a proyecto MAPA. Se destacan los impactos del cambio climático en (1) derretimiento de glaciares, (2) condiciones hidrológicas en la cordillera, (3) nivel de acumulación de agua en el embalse El Yeso (provisión agua potable de Santiago), y (4) demanda y oferta de agua para riego en una de las asociaciones de regantes en la primera sección del río Maipo**

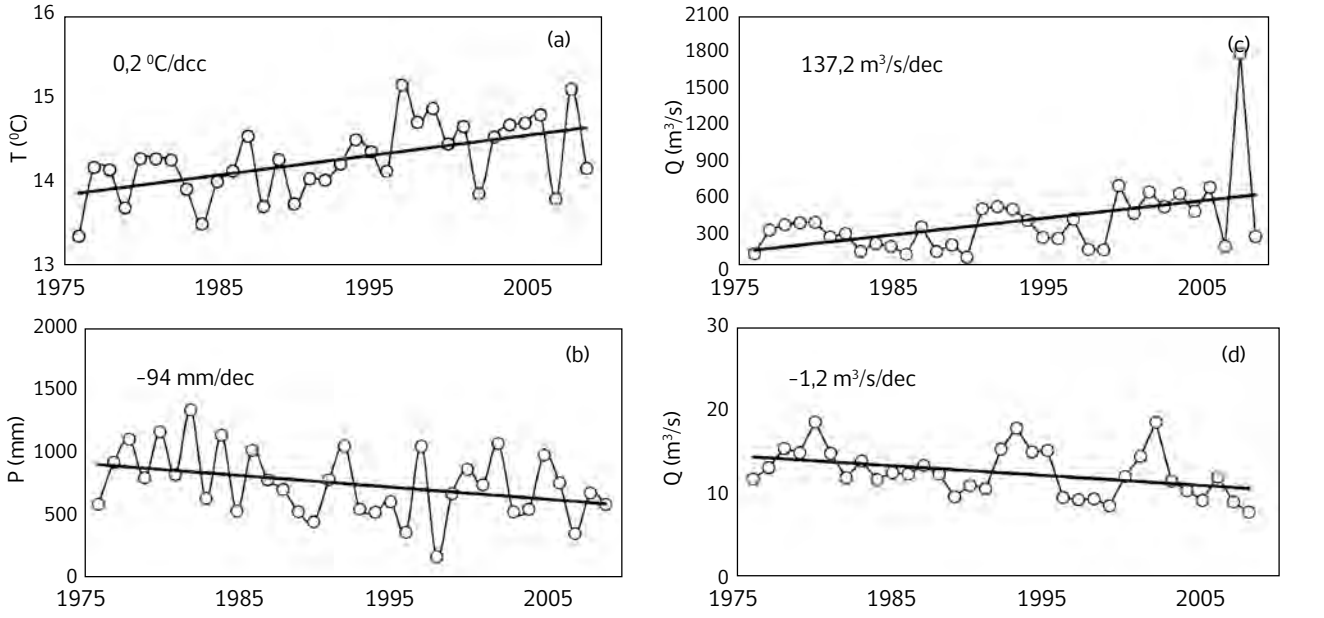


Fuente: Proyecto MAPA, datos no publicados

Un acontecimiento relevante ocurrido en Chile desde la 2CN es la megasequía que impactó a gran parte del país y que adelantó al presente los efectos que se proyectaban por el cambio climático. El informe del Centro de Clima y Resiliencia (CR2), sintetizado en Garreaud y otros (2015), que se presenta en el Recuadro 3-1, da cuenta de los impactos en materia de recursos hídricos que ha tenido esta megasequía. En dicho reporte, para la Región del Maule se presenta un estudio preliminar en el que se identificó que entre 1997 y 2013 la vulnerabilidad integral del territorio ha aumentado, dado que la capacidad adaptativa no es capaz de revertir los efectos de la exposición (cambios en temperatura y precipitación) ni la sensibilidad del socioecosistema (cambio en los flujos y beneficios de servicios ecosistémicos) (Garreaud y otros, 2015). Es decir, la capacidad adaptativa resultante de la interacción de variables económicas (por ejemplo, acceso a sustitutos, tecnologías), sociales (por ejemplo, educación) e institucionales (por ejemplo, redes, capacidad organizativa) es insuficiente frente a la magnitud de los cambios en términos de exposición y sensibilidad del socioecosistema. Estudiar estos eventos es imprescindible para tomar decisiones anticipadamente e instaurar un enfoque de reducción de riesgos de desastres. Este tipo de estudio es aún incipiente y depende en gran medida de la disponibilidad de información socioeconómica compilada por herramientas estadísticas, como el censo. De todas formas, es importante mencionar que este tipo de herramienta puede ser un insumo esencial para focalizar las medidas que se adoptarán en el futuro, considerando aspectos físicos y sociales del territorio (Garreaud y otros, 2015).

Además de estos efectos de largo plazo o impactos no agudos asociados a la falta de disponibilidad de agua en el pasado reciente, se han evidenciado impactos de corto plazo, con eventos extremos asociados especialmente al efecto hidrológico que tienen las alzas en temperatura y la consecuente alza en la línea de nieves. Vicuña y otros (2013) realizaron un análisis de las tendencias climáticas e hidrológicas en la cuenca del río Mataquito, que destaca por su poca regulación de caudales dada la ausencia de embalses. Los resultados de este trabajo se presentan en la Figura 3-11 y muestran los efectos esperados en términos de aumento de temperatura y disminución de precipitación. Sin embargo, paradójicamente los análisis muestran un aumento en los caudales máximos y una disminución en los caudales mínimos. La explicación que se entrega en este trabajo se asocia al efecto del aumento en la temperatura y la consecuente alza de la línea de nieves y, por ende, el incremento en los caudales esperados en un evento de tormenta.

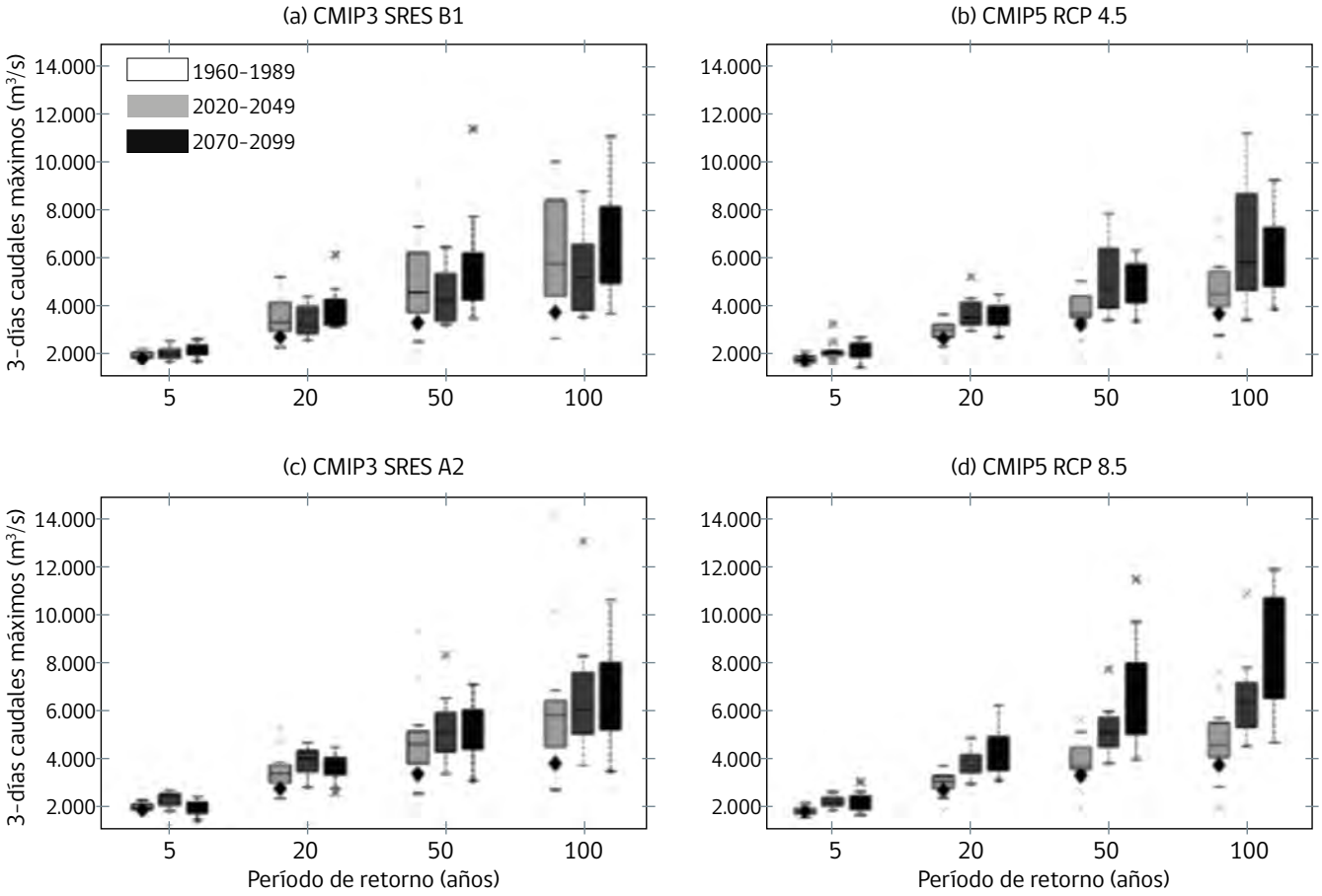
Figura 3-11. Ejemplos de series de tiempo climático e hidrológico estadísticamente significativos en la cuenca del río Mataquito: (a) temperatura media anual en Curicó, (b) precipitación anual en Curicó, (c) caudal instantáneo máximo anual en el río Colorado en la junta con Palos, y (d) caudal mínimo de 7 días en el río Palos en la junta con el Colorado



Fuente: Vicuña y otros (2013)

El trabajo en la cuenca del río Mataquito fue continuado por el estudio de Demaria y otros (2013 b), que evaluó los efectos proyectados por el cambio climático en la hidrología de esta cuenca. Para ello se usaron ensambles de doce modelos GCM con el fin de comparar los escenarios SRES (B1 y A2) con los RCP (4.5 y 8.5). En el estudio se confirma que, como resultado de un futuro más seco y cálido, cambiará la ubicación de la línea de nieve a elevaciones más altas, lo que reduciría el número de días con precipitación en forma de nieve. Además, indica que se espera que las precipitaciones y los caudales extremos se hagan más frecuentes, mientras que, por el contrario, las condiciones de flujo bajo se intensifiquen durante los meses cálidos. Los cambios en la media de los estados y los flujos hidrológicos para finales del siglo XXI son estadísticamente robustos, sin embargo no se encontraron cambios estadísticamente significativos en la varianza. Finalmente, el estudio concluye que los resultados de los ensambles para los escenarios SRES y RCP son generalmente indistinguibles respecto de los impactos proyectados sobre la hidrología. En la Figura 3-12 se presentan los resultados en términos de cambios en los caudales máximos, que aumentan en períodos futuros para distintos períodos de retorno.

Figura 3-12. Caudales máximos de tres días de precipitación promediados para diferentes períodos de retorno en la cuenca del río Mataquito. Los paneles de la izquierda corresponden a la simulación CMIP3 (SRES) y los paneles de la derecha a las simulaciones CMIP5 (RCP)



Fuente: Demaria y otros (2013 b)

A los impactos de eventos extremos producto del alza de temperatura en las condiciones de acumulación y derretimiento de nieve debe sumarse la posible ocurrencia de GLOF (*Glacial Lake Outburst Flows*) en los campos de hielo de la Patagonia (Dussaillant y otros, 2010; Marín y otros, 2013) o el colapso de hielos asociado al derretimiento acelerado de glaciares en volcanes en el sur de Chile y Argentina (Tormey, 2010). Cabe mencionar también que las condiciones excepcionales que desencadenaron las inundaciones de Atacama en marzo de 2015 están relacionadas con el fenómeno de El Niño (Bozkurt y otros, 2015), cuyos efectos pueden intensificarse producto del cambio climático (IPCC, 2013).

Pese a los avances relativos a la información de los efectos de los cambios observados y proyectados en el clima, se requieren modelaciones más precisas, por ejemplo para identificar los efectos del aumento de la temperatura sobre la sublimación de nieves en la zona norte del país, o para entender la influencia de los glaciares rocosos en el régimen de escorrentía de los ríos.

Como se dijo, los cambios en la disponibilidad de agua y en la temporalidad de los caudales influenciarán al resto de sectores y sistemas, tema que se aborda en las secciones siguientes.

3.2. Sector Biodiversidad

La biodiversidad en Chile está viéndose afectada por una serie de impactos asociados a actividades humanas, como la destrucción y fragmentación de hábitats y la sobreexplotación de especies. Además, se ve afectada por fenómenos globales como aquellos asociados al cambio climático y su efecto sobre la variabilidad espacial y temporal del clima en el territorio nacional, principalmente en lo que se refiere a cambios en la temperatura y las precipitaciones. De acuerdo con el Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile (MMA, 2014b), en el país hay alrededor de 30.000 especies, contando animales, plantas y hongos, de las cuales el 25% es endémico. Las características geográficas y la variabilidad latitudinal y altitudinal del país son la causa de esta singularidad, que otorga a nuestra biodiversidad un gran valor ecológico.

Parque Nacional Vicente-Pérez, CONAF.

En la 2CN se abordó la vulnerabilidad de nuestra biodiversidad a partir del estudio de Marquet y otros (2010), que comparó la distribución actual de 67 especies de animales, 1.447 especies de plantas y 36 ecosistemas en dos de los escenarios usados por el Cuarto Informe del IPCC: A2 y B2. Para los ecosistemas, la modelación indicó un patrón de variación latitudinal en casi todas las unidades de la zona costera e interior del norte y el centro de Chile; las unidades con vegetación esclerófila y espinosa fueron las que mostraron mayor cambio; es decir, la zona mediterránea sería altamente vulnerable a los fenómenos de cambio climático. Los humedales altoandinos también serían muy vulnerables a este fenómeno, ya que se estima que hacia fines del siglo XXI habrá una modificación de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas que afectaría los caudales y la escorrentía superficial, principales sostenedores de la estabilidad y funcionalidad de estos ecosistemas.

Hoy estos resultados están actualizados tanto para especies como para ecosistemas, con la misma metodología de Marquet y otros (2010), con la diferencia de que en la proyección se incorporaron escenarios del modelo de circulación global (HADGEM2-ES) utilizado en el Quinto Informe del IPCC (Pliscoff, datos no publicados). Además, se dispone de nuevos análisis de los ecosistemas, como el que incluye el trabajo "Plan de acción

para la protección de la conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático" (2013), de Santibáñez y otros, que evaluó el estrés bioclimático de la vegetación chilena y la clasificó en 127 pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2006).

3.2.1. Impacto en los ecosistemas

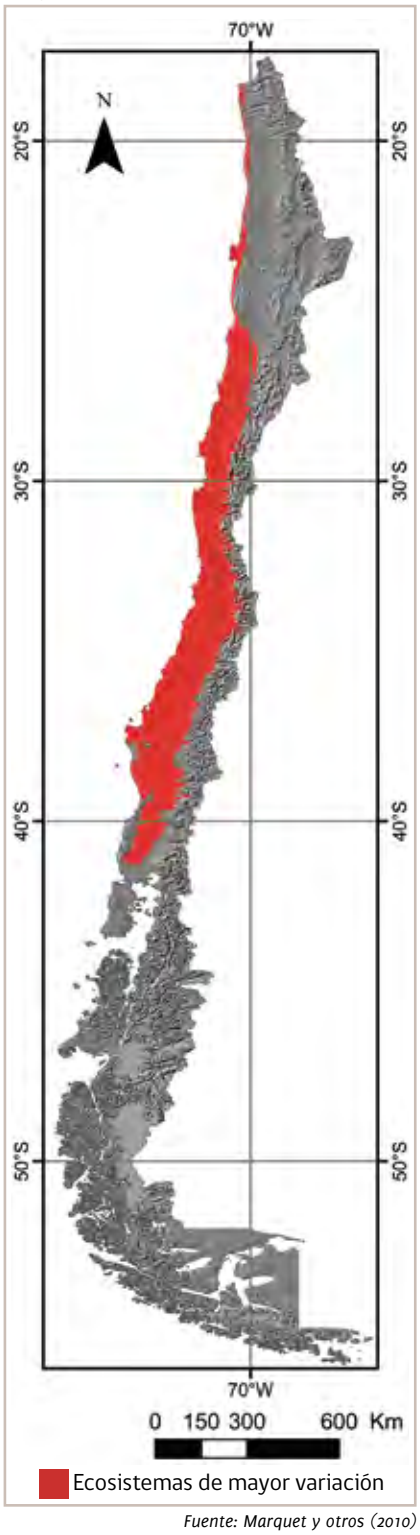
Los resultados de la actualización del análisis de ecosistemas presentados por Marquet y otros (2010) indican la mantención del patrón de cambio latitudinal de los ecosistemas, y que la mayor variabilidad espacial se concentra en la zona mediterránea de Chile central y en la zona norte interior de la zona templada (Regiones de la Araucanía, de Los Ríos y Los Lagos), que corresponden a áreas dominadas por matorral y bosque esclerófilo, bosque espinoso y bosque caducifolio (Figura 3-13).

Utilizando un modelo regional de circulación (PRECIS), Pliscoff y otros (2012) entregaron resultados similares. Con el mismo enfoque metodológico de Marquet y otros (2010) para los ecosistemas, se proyectó bajo escenarios de cambio climático la distribución actual de las principales formaciones de vegetación (Luebert y Pliscoff, 2006) de Chile continental. Los principales hallazgos indican una variación longitudinal de las formaciones desérticas hacia la vegetación andina y un avance latitudinal hacia el sur de las formaciones de matorral desértico y de bosque esclerófilo mediterráneo hacia el centrosur de Chile, en zonas dominadas por bosques caducifolios mediterráneos y templados.

En el estudio desarrollado por Santibáñez y otros (2013) se usa el concepto de estrés para analizar el impacto del cambio climático sobre los ecosistemas. Este estrés se relaciona con la sensibilidad al cambio en las variables climáticas y aparece cuando las especies o los ecosistemas no tienen capacidad de respuesta para el grado de variabilidad del clima. Los rangos máximos de tolerancia de cada ecosistema se derivan de su distribución actual, de modo que mientras mayor es el rango mayor es la tolerancia al cambio. El cálculo se basa en variables como la temperatura máxima estival, la temperatura mínima invernal, el grado de aridez y la tolerancia al estrés hídrico, pero también se incluyen variables no climáticas. Parte de la metodología consistió en la generación de escenarios climáticos de alta resolución, para lo cual se realizó primero una línea base con datos entre los años 1980-2010, y luego una actualización de la cartografía agroclimática de Chile y una cartografía climática de alta resolución (1 km). Los escenarios se proyectaron a partir del modelo de circulación atmosférica global HADCM3. Para el *downscaling* se utilizó PRECIS tanto para los escenarios de la línea base como para los escenarios futuros (2030 y 2050) para precipitación y temperatura (Santibáñez y otros, 2013).

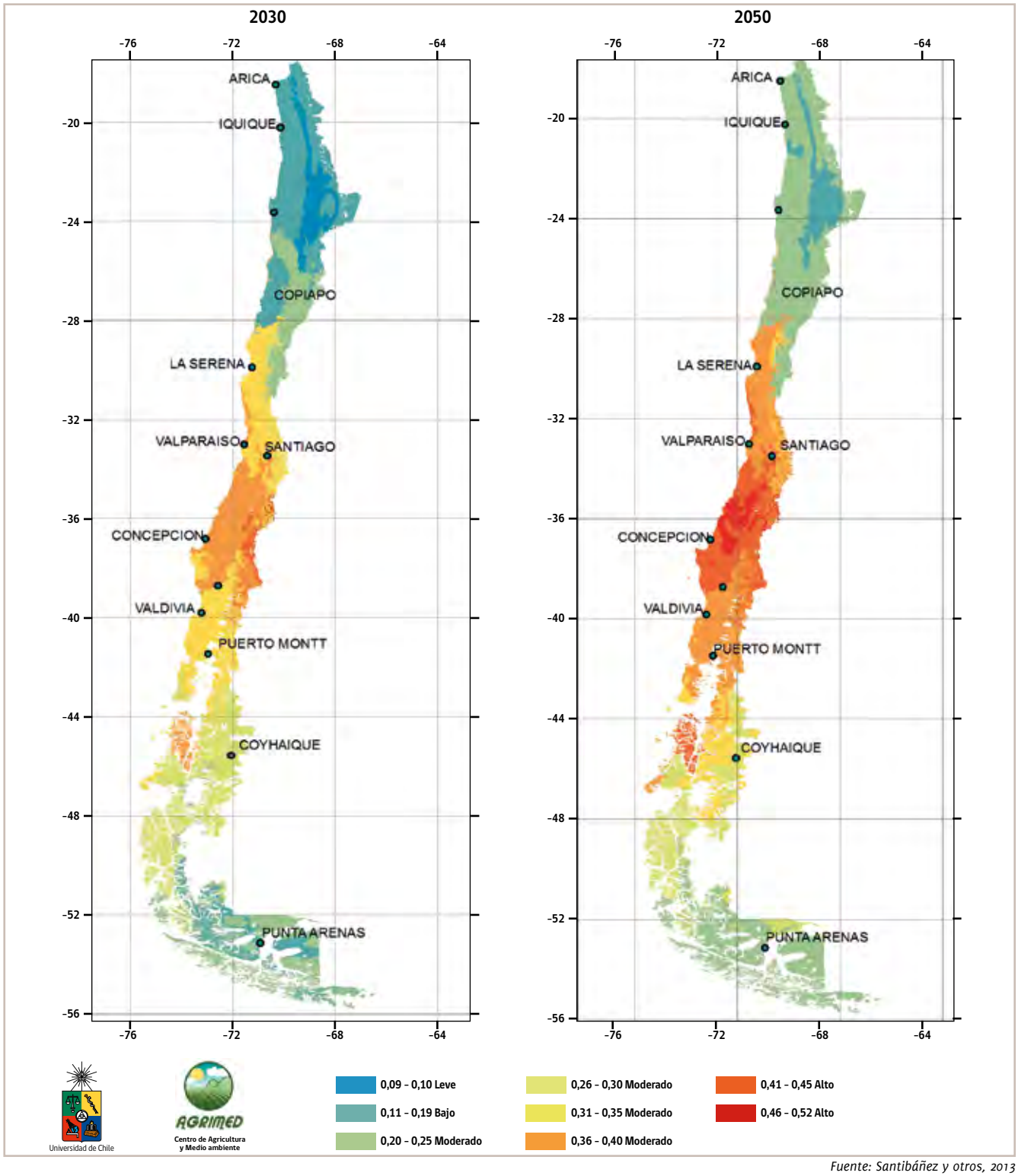
Los resultados del estudio señalan que las mayores amenazas por estrés térmico (estival e invernal) y estrés hídrico (en función del grado de aridez) se concentran en gran parte del territorio nacional, entre las regiones de Atacama y Chiloé, como se puede ver en la Figura 3-14.

Figura 3-13. Patrón de cambio longitudinal de los ecosistemas de Chile



Fuente: Marquet y otros (2010)

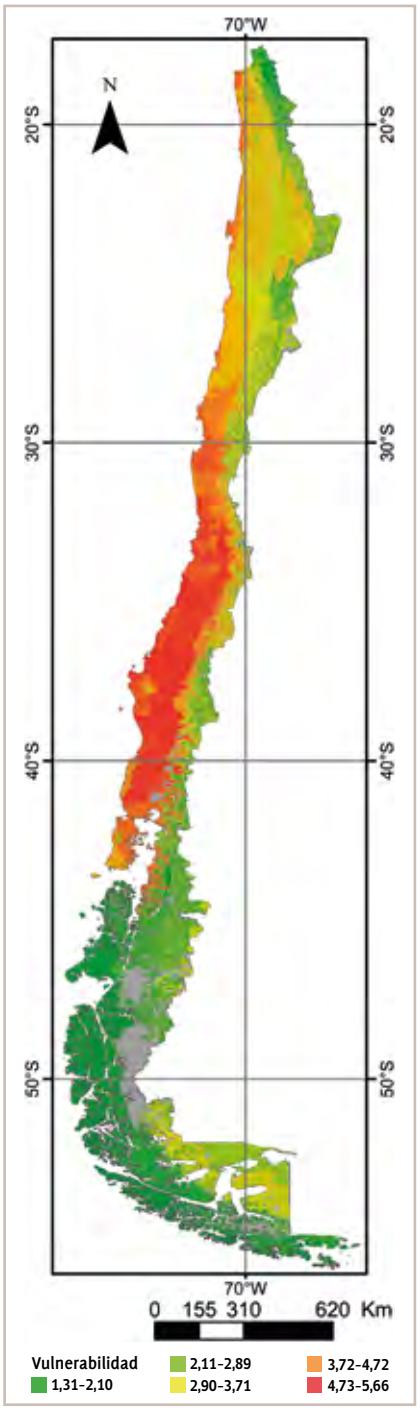
Figura 3-14. Índice de estrés integrado para los escenarios 2030 y 2050



Fuente: Santibáñez y otros, 2013

El índice de vulnerabilidad de los pisos vegetacionales presentado en el estudio señala el nivel de amenaza que podrían experimentar estos pisos al interactuar con variables climáticas y no climáticas como la extensión territorial potencial del piso, la superficie remanente actual, el grado de protección estatal,[4] la presencia de especies invasivas y la huella humana. De esta forma, la vulnerabilidad depende del carácter, la magnitud y la rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, así como de su sensibilidad y capacidad de adaptación. El índice arrojó una tendencia al aumento de la vulnerabilidad en la zona central tanto por la mayor presencia antrópica como por los resultados del estrés bioclimático esperados. Los pisos con mayores valores en este índice se encuentran en las formaciones de bosque caducifolio, espinoso y esclerófilo (Figura 3-15). El estudio concluye, además, que ante los nuevos escenarios climáticos los pisos vegetacionales tienden a reducirse en torno a su área actual más que a desplazarse, lo que sugiere que el cambio climático ocasionará una reconfiguración de los bioclimas, cambio para el cual los organismos deberán realizar un esfuerzo extra de adaptación. Sin embargo, existen aún muchas incertidumbres respecto de cómo reaccionarán las especies a los nuevos escenarios, por ejemplo en la respuesta fenológica de algunas especies al frío o al grado de aridez, o si los procesos de cambio alterarán la composición botánica de los ecosistemas originales debido a que unas especies se verían más afectadas que otras (Santibáñez y otros, 2013).

Figura 3-15. Índice de vulnerabilidad de ecosistemas (pisos de vegetación) para el escenario 2050



Fuente: Santibáñez y otros, 2013

3.2.2. Impacto en las especies

Para analizar el impacto en las especies, la aproximación más utilizada es la que se conoce como modelos de distribución de especies o modelos de nicho (Guisan y Zimmermann, 2000), que es la que se usa en el estudio de Marquet y otros (2010), dado que permite caracterizar la distribución actual de una especie y proyectarla en escenarios futuros mediante variables climáticas y las presencias conocidas. En el estudio, la proyección de las distribuciones se realizó usando un modelo estadístico basado en el principio de máxima entropía (MaxEnt), con el cual se obtuvieron las distribuciones proyectadas para el período 2070-2100.

Como resultado de la modelación del nicho ecológico, la respuesta al cambio climático de las especies analizadas muestra que, en general, y aun cuando predominan reducciones en el área de distribución de especies para el caso de dispersión limitada, el número de especies que se extingue es bastante reducido. Se observó que la respuesta es altamente dependiente de la estrategia de dispersión que se usa como supuesto, de modo que si se considera que las especies son capaces de dispersarse rápidamente en el período modelado (finales de siglo), más de la mitad de las estudiadas podría presentar expansiones en su rango de distribución, mientras que si se considera que no pueden dispersarse la gran mayoría presenta disminuciones en el área de distribución proyectada (Marquet y otros, 2010). Estos resultados son consistentes con los cambios esperados para especies arbóreas nati-

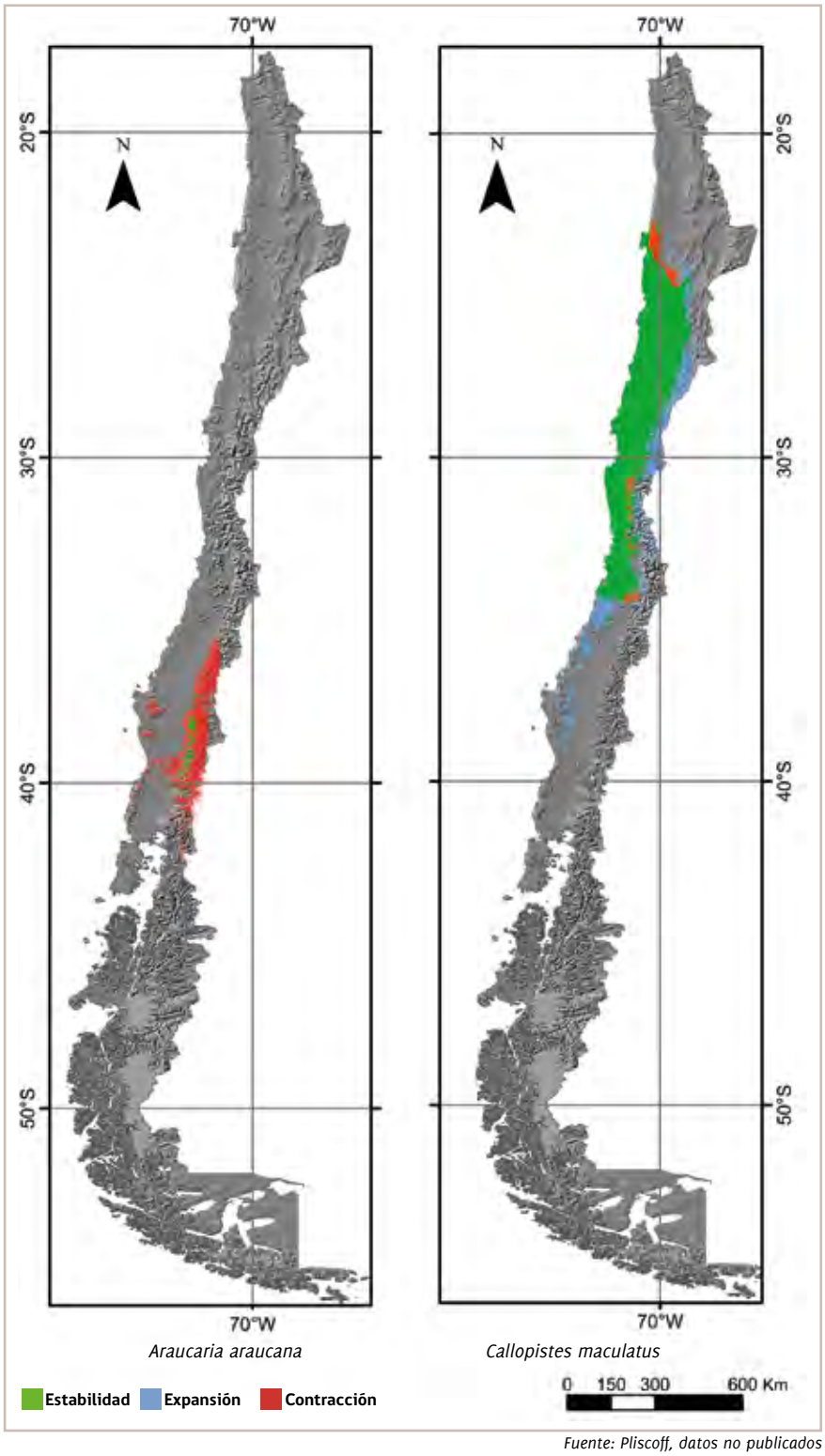
[4] *De acuerdo con el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE.*

vas de la región mediterránea de Chile reportados en Bambach, Gilabert y Miranda (2013).

Finalmente, en la Figura 3-16 se muestran los resultados de la aplicación del enfoque de modelación de nicho actualizada (sin restricción de dispersión, escenario RCP 8.5 HADGEM2-ES), para dos especies vulnerables, la araucaria (*Araucaria araucana*) y la iguana chilena (*Callopistes maculatus*). En el caso de la araucaria se observa una reducción en la distribución potencial actual de la especie, patrón que se repite en especies restringidas ubicadas en la zona mediterránea y templada. Para el caso de la iguana chilena se observa una situación más favorable, ya que ha ampliado su distribución potencial hacia zonas de mayor latitud y altitud. Estos comportamientos ejemplifican que el impacto del cambio climático sobre las especies se debe analizar especie por especie, ya que las respuestas pueden variar según el grupo de estudio y su capacidad de adaptarse a los cambios climáticos.

Reserva Nacional Pampa Tamarugal, CONAF.

Figura 3-16. Ejemplo de modelos de nicho, proyección actual y futura



Fuente: Pliscoff, datos no publicados

Recuadro 3-2. Incendios forestales y cambio climático

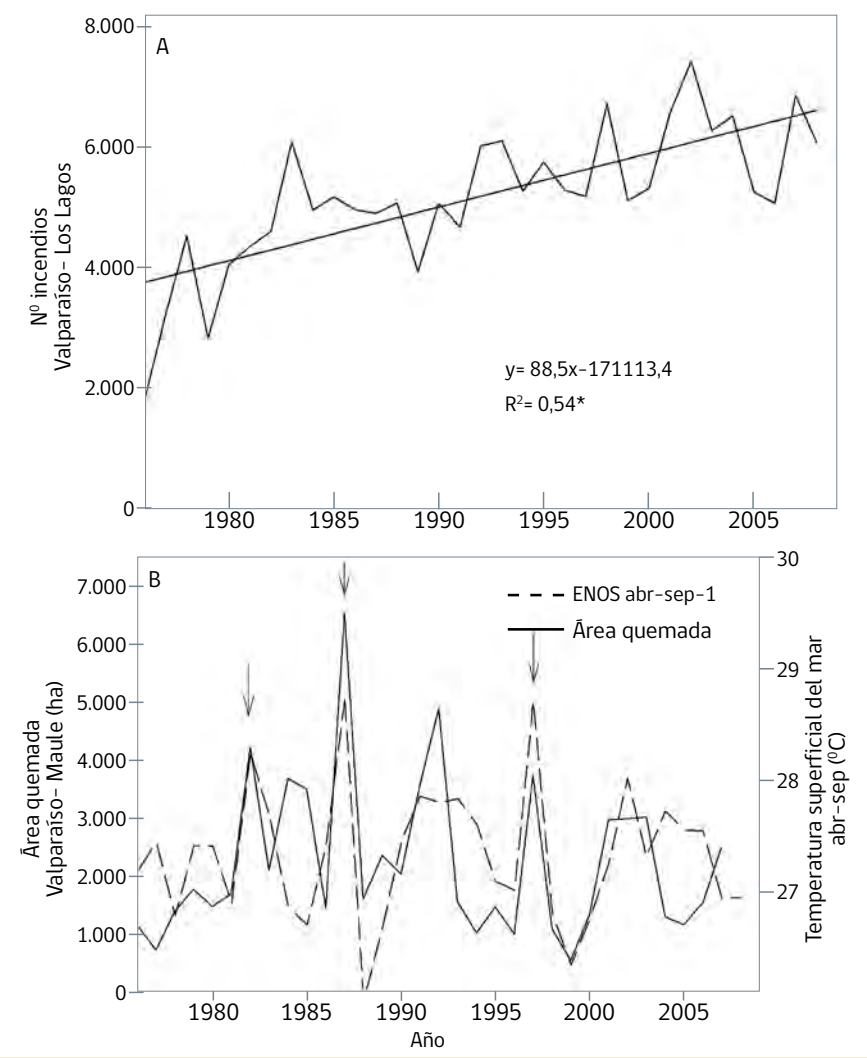
Se estima que los cambios en el clima afectarán significativamente los regímenes de incendios; también, que el incremento en la frecuencia e intensidad de los incendios podría incidir a su vez en el cambio climático como consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles resultantes de los incendios.

El aumento en la intensidad y frecuencia de los incendios en bosques y plantaciones forestales sería resultado del alza de las temperaturas y del incremento de la aridez del suelo durante la temporada de primavera-verano. A su vez, el cambio en la aridez del suelo en regiones de clima mediterráneo sería el resultado de la disminución de las precipitaciones (González y otros, 2011), de la disminución en la acumulación de nieve, de los cambios en los patrones de derretimiento de la nieve y del aumento de la demanda evapotranspirativa debido al incremento de las temperaturas. Sorprendentemente, algunas zonas de pastizales podrían ver reducido su potencial de incendio, porque en algunos casos la aridez extrema impediría el crecimiento de cualquier tipo de vegetación.

En el centro-sur de Chile la ocurrencia de incendios se asocia estrechamente a las condiciones en el Pacífico tropical (ENSO) y a variaciones en los patrones de circulación atmosférica en latitudes medias y altas (González y otros, 2011; González y Veblen, 2006; Kitzberger y Veblen, 2003; Veblen y otros, 1999), que influyen en la precipitación y la temperatura. En la región las estadísticas muestran un aumento consistente y significativo en el número de incendios forestales —99% de origen antrópico— durante las últimas tres décadas.

En la zona central de Chile la extensión de la superficie afectada por incendios estaría asociada a fenómenos severos de El Niño (Figura 3-17).

Figura 3-17. A. Número de incendios entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos para el período 1976-2008. B. Relación entre el área total afectada por incendios y la temperatura superficial del mar (abril-septiembre (-1)) en la región El Niño Oscilación del Sur 3.4 (ENSO 3.4) en Chile central (regiones de Valparaíso a Maule). Las flechas indican los tres años de eventos El Niño más intensos en este período (1982-1983, 1987-1988, 1997-1998)



Fuente: González y otros (2011)

A esta latitud (32°-35° S), donde predomina una vegetación arborescente y abierta de tipo esclerófila, inviernos y primaveras más lluviosos en años El Niño promoverían la acumulación de combustible, lo que generaría las condiciones para la ignición y propagación de incendios, solo que no en la temporada inmediata de El Niño sino en la temporada siguiente. En algunos casos, la acumulación de combustible durante años debido a El Niño estaría acompañada al año siguiente de condiciones más secas de lo normal asociadas al fenómeno de La Niña, como ocurrió en 1988 y 1998, lo que resultaría en una mayor superficie quemada durante la temporada de incendios.

Se observa una tendencia al aumento en los incendios en plantaciones forestales de especies exóticas en términos de la superficie anualmente quemada, desde la década de 1990. Esta tendencia es reflejo del aumento de la superficie de plantaciones desde la década de 1970, y también de la mayor superficie quemada principalmente en la región del Biobío. Por otra parte, durante varios años la temporada de incendios ha experimentado mayor duración entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, debido principalmente a la extensión temporal del déficit hídrico estival o a la disminución de las precipitaciones en invierno (González y otros, 2011).

Agricultura Coquimbo, CONAF.

3.3. Sector Silvoagropecuario

Se estima que este sector es uno de los más vulnerables frente a los fenómenos de cambio climático. Un amplio conjunto de factores biofísicos y socioeconómicos influye en su vulnerabilidad y resiliencia. Los cambios esperados en las temperaturas y precipitaciones, y la alteración en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, tienen un impacto directo en la productividad silvoagropecuaria y de manera indirecta en las dinámicas de empleo rural y de migración, entre otras. Las industrias agropecuaria y forestal son una importante fuente de empleo en todo el país, y tienen una participación relevante en el PGB de Chile. La 2CN presentó un análisis detallado de los potenciales impactos del cambio climático sobre el sector agricultura. La mayor parte de las regiones agrícolas del país (Atacama a Los Lagos) sufrirían la aridización como consecuencia de la declinación pluviométrica que continuará durante el siglo XXI (Agrimed, 2008). Una de las principales conclusiones de este estudio es un desplazamiento de las actuales zonas agroclimáticas hacia el sur, especialmente en lo que se refiere a la fruticultura y la silvicultura.

Algunas de las proyecciones de impactos en la productividad agrícola fueron actualizadas para determinados cultivos, considerando los nuevos escenarios climáticos RCP. Por ejemplo, en el caso del maíz, se estima que hacia el 2050, según estimaciones basadas en el escenario RCP 8.5, el potencial de producción se expandiría considerablemente hacia latitudes más al sur en relación con la extensión actual, desplazamiento explicado principalmente por los aumentos de temperatura en esas latitudes. Sin embargo, en la parte norte de la actual zona de producción se prevén disminuciones en el potencial productivo de entre el 10% y el 20% (Figura 3-18). Por su parte, los requerimientos de riego (Figura 3-18) disminuirían entre el 10% y el 30% como

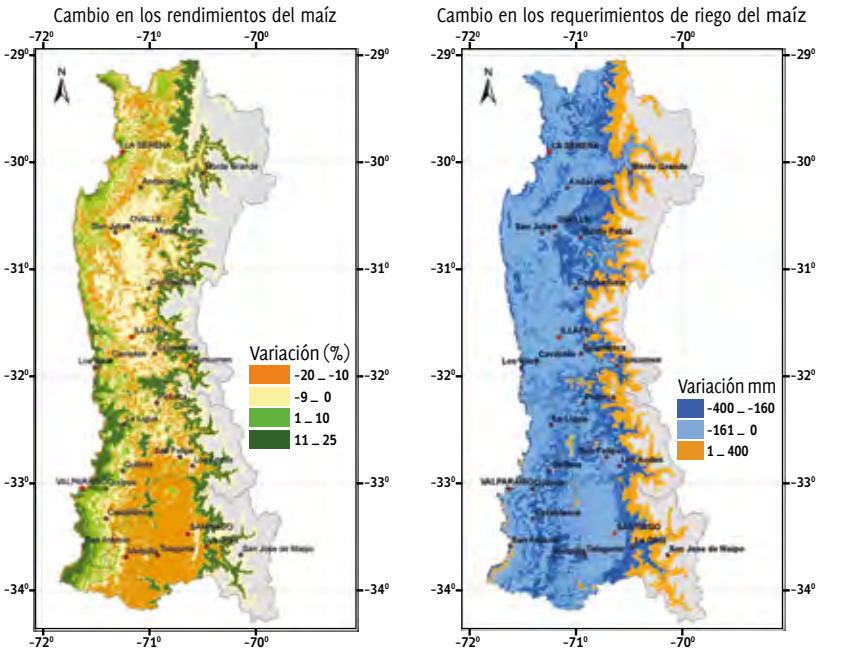
consecuencia de las siembras más tempranas, que permitirían aprovechar las precipitaciones invernales. En relación con la estacionalidad de la siembra, en la zona centro-norte del país la fecha óptima de siembra se adelantaría a meses de invierno como consecuencia de los aumentos en la temperatura. En la zona de valle de la Región Metropolitana, los adelantamientos serían hacia el mes de agosto, mientras que en las zonas más frías de precordillera las siembras continuarían siendo primaverales (Figura 3-19).

En general, las conclusiones derivadas de los estudios presentados en la Segunda Comunicación Nacional siguen vigentes. Estos resultados son consistentes con las evidencias, que no encontraron diferencias considerables en las principales variables climáticas entre las modelaciones derivadas de los escenarios SRES y RCP para la zona de Chile.

Una de las consecuencias negativas del cambio climático es el incremento de la escasez relativa de recursos hídricos, que afecta la oferta de agua superficial y el rendimiento de los derechos de aprovechamiento de agua (Meza y otros, 2012), impacta en la capacidad productiva y abre paso a potenciales conflictos (Meza y otros, 2014).

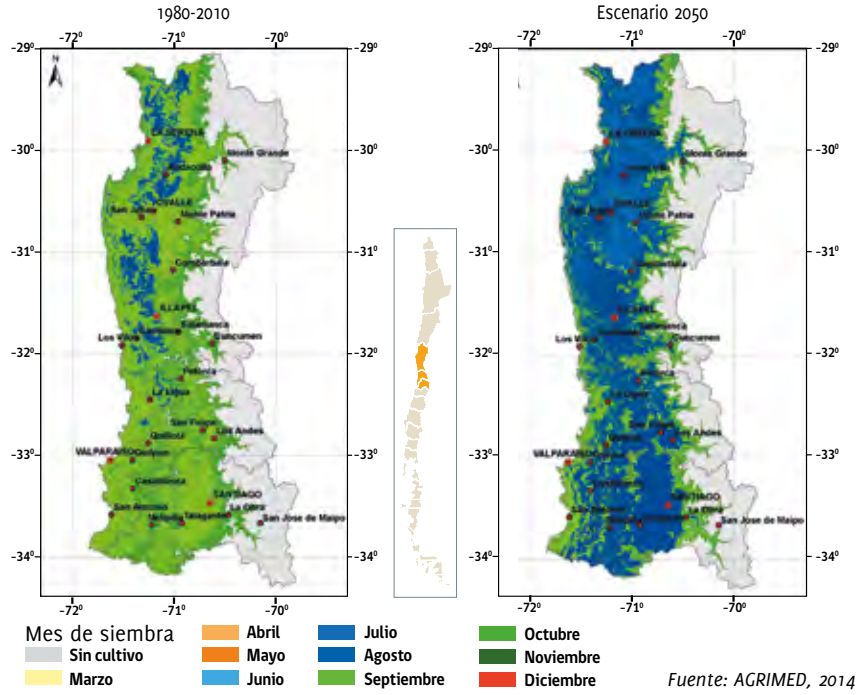
En los sectores público, privado y académico grupos vinculados al tema han emprendido múltiples iniciativas con el objeto de caracterizar, profundizar el entendimiento y enfrentar los desafíos del cambio climático. En el sector público destaca la implementación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo y Emergencia Agrícola, que tiene un fuerte componente de monitoreo y gestión de información de variables agrometeorológicas.

Figura 3-18. Variación en los rendimientos del maíz (izquierda) y cambio en la demanda de riego (derecha) entre la línea base (1980-2010) y el escenario 2050 (RCP 8.5)



Fuente: AGRIMED, 2014

Figura 3-19. Cambios en las fechas óptimas de siembra entre la línea base (1980-2010) y el escenario 2050 (RCP 8.5)



Fuente: AGRIMED, 2014

En el sector privado, la industria vitivinícola ha sido pionera en el desarrollo de estudios y en la incorporación de elementos vinculados al cambio climático en múltiples aspectos de su quehacer. En relación con los impactos en la superficie de producción, 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 y otros, 2013). Por el contrario, áreas hasta ahora consideradas no aptas para la vid, como zonas cordilleranas y de la zona sur, especialmente en la Región de la Araucanía, presentarían un especial potencial y representarían un incremento equivalente al 22% de la superficie nacional actual. Como resultado, la disminución de superficie apta para la actividad vitivinícola sería en realidad de un 25%. Además del traslado de cultivos desde la zona central hacia el sur, se esperan modificaciones en la composición química y las características organolépticas de las uvas, variaciones en las fechas de maduración, en la presión de plagas, enfermedades y malezas, y en las necesidades de riego. En esta línea, destaca la iniciativa de noventa viñas nacionales pertenecientes al Consorcio I+D Vinos de Chile, las cuales están apoyando un estudio de zonificación y cambio climático. Este proyecto busca determinar y caracterizar climática y geológicamente zonas vitivinícolas nacionales, actuales y potenciales, considerando la dinámica del cambio climático y el comportamiento de algunos cepajes. Este trabajo ha permitido desarrollar mapas de variables climáticas e índices bioclimáticos presentes y futuros, y también recolectar datos de atributos de calidad de las viñas que permitirán investigar la influencia de factores ambientales en la generación de vinos de calidad, y explorar de manera interactiva los cambios que se observarán en el futuro para mejorar la toma de decisiones.

Viñas, Isidora Mella.

Un aporte relevante desde el sector académico es el proyecto Fondef "Sistema de soporte a la toma de decisiones para reducir la vulnerabilidad frente a variabilidad y cambio climático en agricultura de riego", liderado por el Centro de Cambio Global de la Universidad Católica, con el patrocinio de la Comisión Nacional de Riego, entre otras instituciones. En este proyecto se definió el recurso hídrico como eje principal para determinar la vulnerabilidad en la agricultura de riego porque los factores considerados se ven determinados en gran medida por el volumen de agua destinado a riego agrícola y los efectos del cambio climático. El proyecto definió un índice de vulnerabilidad capaz de considerar factores base y factores proyectados. Los primeros son aquellos factores existentes en la explotación, que influencian su vulnerabilidad, mientras que los segundos son modelaciones de variables como los rendimientos de cultivos o los potenciales cambios en la evapotranspiración de referencia tras generar escenarios de cambio climático. Para cada uno de los factores se establecieron valoraciones para definir un índice de vulnerabilidad, que son desplegados en una plataforma en línea dirigida a usuarios a distinta escala.[5]

3.4. Sector Pesca y Acuicultura

Chile es uno de los diez países pesqueros más importantes del mundo. El sector pesquero-acuícola es fundamental en la economía chilena, empleando de manera directa a más de 90 mil personas en 2012 y con una producción to-

[5] *http://plataformaelmolino.cl/plataforma-el-molino/*

tal cercana a los 3,8 millones de toneladas el año 2014, que se traducen en exportaciones de pescado y productos pesqueros por sobre los 4 mil millones de dólares (FAO, 2014). Por otra parte, el sector provee de alimento a la población en una proporción aproximada del 10,5% del total de consumo de proteína animal (FAO, 2014). Si bien la acuicultura en particular representa un porcentaje menor del volumen producido en el país, es una actividad importante por el valor de sus exportaciones, en particular de salmón y trucha. Con estas dos especies Chile ha logrado en pocos años posicionarse como el segundo productor y exportador en el mundo, superado solo por Noruega (FAO, 2014).

Existe evidencia científica robusta sobre los efectos adversos del cambio climático en ecosistemas marinos (Cheung y otros, 2009; Hoegh-Guldberg y otros, 2007; IPCC, 2014). Los cambios de temperatura y salinidad, la acidificación inducida por CO_2, los cambios en las concentraciones de oxígeno disuelto y los cambios en la penetración de la luz y los ciclos de nutrientes están afectando a los ecosistemas marinos en múltiples formas. Estas condiciones ambientales debiesen intensificarse en las próximas décadas, y por lo tanto se espera un consiguiente mayor impacto en los ecosistemas marinos (IPCC, 2014).

Las pesquerías de la zona centro-sur son las más importantes de Chile, responsables de alrededor del 45% del total de la producción nacional. La productividad de esta zona está fuertemente determinada por el sistema de la corriente de Humboldt (SCH), uno de los más productivos del mundo, tanto por su producción primaria (Daneri y otros, 2000; Fossing y otros, 1995) como por la producción pesquera (Bakun y Broad, 2003). El SCH se extiende latitudinalmente desde Chile centro-sur (~ 42° S) hasta el norte del Perú (~ 4-5° S). Los forzantes físicos más relevantes producidos por el cambio climático para el SCH son:

- cambios en la concentración de oxígeno ambiental en la columna de agua y sedimentos
- variaciones en la intensidad y en la dinámica espaciotemporal de las surgencias costeras
- cambios en la temperatura del mar
- cambios en la frecuencia e intensidad del ENSO
- cambios en la circulación (corrientes marinas)
- modificación en la dinámica espaciotemporal de estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo, filamentos, meandros, remolinos, jets)
- aumento del nivel del mar
- cambio en el aporte de agua dulce al ecosistema costero

Los impactos potenciales del cambio climático en las pesquerías y en la acuicultura chilena se concentran en los efectos de la variabilidad interanual asociada a los eventos ENSO y PDO. La importancia de esa variabilidad se relaciona en diferentes escalas espaciotemporales con efectos en la abundancia, en la sobrevivencia de los primeros estadios de vida, en el reclutamiento y en cambios en la distribución de las especies.

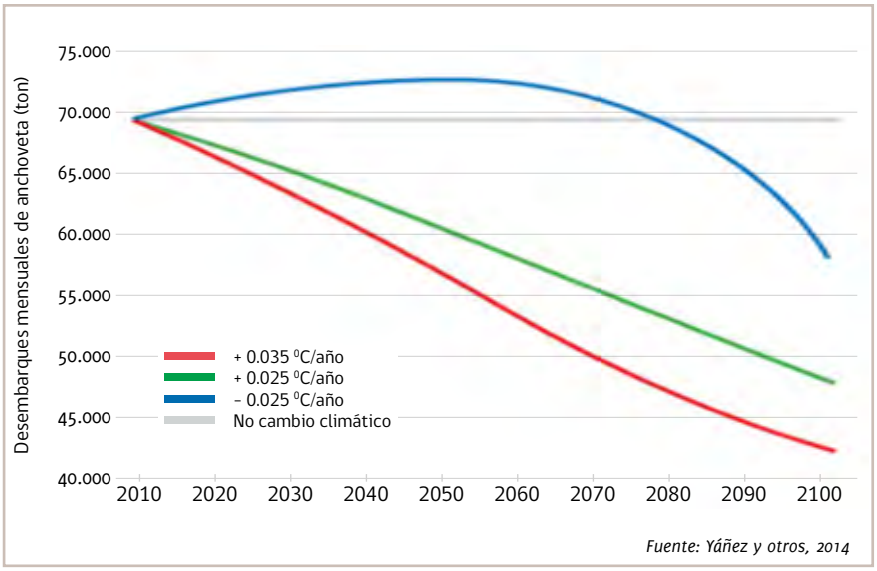
En la zona costera del SCH las fluctuaciones dominantes están asociadas a ondas oceánicas de baja frecuencia (interestacional, estacional e interanual) y al esfuerzo del viento a lo largo de la costa. Las ondas de baja frecuencia, principalmente de origen ecuatorial, tienen un impacto significativo en la variabilidad de la corriente subsuperficial Perú-Chile y en la profundidad de la termoclina-oxicilina. Por otra parte, en la zona centro-sur de Chile el ciclo anual del viento determina una estación favorable a la surgencia, comúnmente entre primavera e inicios del otoño, y otra estación desfavorable en la que predominan los eventos de viento norte, durante el invierno. De esta forma, las ondas de baja frecuencia y el ciclo anual de los vientos estarían modulando las propiedades físicoquímicas de la capa superficial del océano, produciendo así importantes cambios en el ecosistema pelágico (Quiñones y otros, 2011).

En Chile al menos once recursos de peces y mariscos presentan diferentes niveles de vulnerabilidad al cambio climático: la anchoveta (*Engraulis ringens*), la sardina común (*Strangomera bentincki*), el jurel (*Trachurus murphyi*), la merluza (*Merluccius gayi*), especies de anguila, congrio, cangrejos, la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), la macha (*Mesodesma do-*

nacium), el ostión (*Argopecten purpuratus*), el loco (*Concholepas concholepas*) y el erizo de mar (*Loxechinus albus*). Entre ellos, la anchoveta, la sardina común y el jurel serían las especies más vulnerables al cambio climático, vulnerabilidad que se expresaría en modificaciones en la distribución, abundancia, crecimiento y reproducción de las especies. Desde el punto de vista social, es decir, de los cambios que impactarían a sectores vulnerables de la población, destacan las actividades económicas asociadas a la extracción de jurel, la sardina común, la anchoveta y algunas especies de bivalvos (Yáñez y otros, 2014).

Otros estudios proyectan impactos positivos. Por ejemplo, a partir de un modelo se estimó un incremento en las capturas de anchoveta del norte de Chile en caso de que la temperatura superficial media (TSM) disminuya en 0,02 °C/año y disminuciones notables si la TSM aumenta en 0,034 °C/año o 0,025 °C/año (Figura 3-20) (Yáñez y otros, 2014). En tanto, en el caso de las capturas de la pesca palangrera del pez espada y de cerco de sardina común se estiman leves disminuciones (de entre 3% y 5%) cuando la TSM promedio en la zona de pesca aumenta entre 1,0 y 2,3 °C hacia el año 2050 (Silva y otros, 2015). Además, existirían antecedentes para prever impactos en la dispersión/retención de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños en el sistema de la corriente de Humboldt ante escenarios de cambio climático (Alarcón y otros, 2013).

Figura 3-20. Proyección mensual de los desembarques de anchoveta en la zona norte de Chile, considerando cuatro escenarios de cambio climático



Fuente: Yáñez y otros, 2014

Archivo MMA.

En la zona austral, a partir de los 42° S y hasta Tierra del Fuego, en el ecosistema de la Patagonia chilena existen importantes pesquerías demersales tanto industriales como artesanales (merluza del sur, congrio dorado, merluza de cola, merluza de tres aletas y bacalao de profundidad en aguas exteriores). En esta región, la variabilidad climática del océano exterior podría estar influenciada por los cambios en la posición de la corriente de la deriva de los vientos del oeste, por la oscilación antártica y por la interacción entre el aporte de agua dulce en las capas superficiales y las mareas con el sistema asociado al mar interior de fiordos y canales.

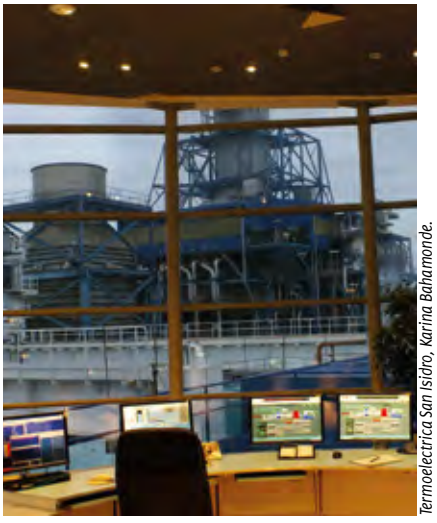
Mayol y otros (2012) registraron que una importante porción de la columna de agua a lo largo de la costa de Chile, particularmente entre los 28° S y 42° S, presenta condiciones moduladas por la concentración de CO_2 y su interacción con condiciones de hipoxia que podrían comprometer el desarrollo de organismos aeróbicos calcificadores. Por

ejemplo, existe evidencia experimental que sugiere que el aumento del CO_2 en el agua de mar y el correspondiente descenso de pH produce una disminución en la producción de biomasa del chorito o *Mytilus chilensis* (Navarro y otros, 2013). Para el loco (*Concholepas concholepas*), otro recurso de importancia económica para la pesca artesanal, se ha registrado que la acidificación del océano puede impactar su tasa de ingestión, lo que compromete su desarrollo en la etapa larval (Vargas y otros, 2013), y su comportamiento, metabolismo y calcificación en estados juveniles (Lardies y otros, 2014; Manríquez y otros, 2013 y 2014; Ramajo y otros, 2013). Esta respuesta, no obstante, varía dependiendo de la localidad. Puesto que los organismos influyen en su entorno físico y biológico, los efectos negativos de un aumento del CO_2 podrían tener consecuencias ecológicas que apenas comienzan a vislumbrarse (Duarte y otros, 2014).

En el caso de la acuicultura, podrían existir otros efectos relacionados con la exposición de los centros de producción, que se verían forzados a realizar cambios en su localización de manera progresiva o, en casos menos extremos, a hacer modificaciones en su infraestructura, incluyendo las instalaciones de operaciones y los sistemas de cultivo. Otro posible impacto en los centros de cultivo está relacionado con cambios en las salinidades de los sistemas de estuario, que pudiesen influir negativamente en los rendimientos y mortalidades de los individuos. Es también factible que ese efecto favorezca la manifestación de plagas y/o enfermedades relevantes en centros de cultivo. Un ejemplo es el piojo del salmón, que afecta el crecimiento y puede incluso causar la muerte por las heridas en el cuerpo de los individuos. La diseminación de este parásito podría verse favorecida por el aumento de la temperatura del mar, que influye en su distribución (Duarte y otros, 2014).

Los cultivos de ostiones, ubicados en bahías expuestas en la zona norte del país, podrían verse muy afectados por cambios en la intensidad de las marejadas. La mitilicultura es altamente sensible a mayores concentraciones de CO_2, que pueden bajar la productividad por semilla. Las comunidades de algas se ven fuertemente impactadas por variables climáticas y oceanográficas, y los incrementos de temperatura tienen efectos negativos sobre ellas (Yáñez y otros, 2014).

En 2016, la pesca y la acuicultura de la zona sur de Chile se vieron perjudicadas por una de las crisis socioambientales más significativas de la historia reciente. Múltiples episodios de marea roja, junto con varazones de cangrejos, ballenas y peces, afectaron de manera significativa la actividad salmonera y la pesca artesanal de la zona. No existen estudios acabados que expliquen las causas de este fenómeno; sin embargo, se conjetura que El Niño pudo haber tenido participación en la intensidad y extensión de los eventos de marea roja observados. Condiciones ambientales favorables, como un verano particularmente caluroso, alta luminosidad y un aumento en la temperatura de las aguas, podrían explicar estos eventos. En un contexto de cambio climático, que podría afectar la intensidad y frecuencia de El Niño, además de generar otras condiciones ambientales propicias para el surgimiento de eventos de marea roja, resulta necesario avanzar en el estudio de este fenómeno y en las medidas de manejo de potenciales crisis asociadas a su ocurrencia.



Termoelectrica San Isidro, Karina Bahamonde.

3.5. Sector Energía

El clima y la energía están íntimamente relacionados. El balance de energía en el planeta, hoy en desequilibrio producto del efecto de los gases de efecto invernadero, determina las condiciones generales del clima. Por otra parte, tanto la demanda como la oferta de energía se relacionan con las condiciones climáticas.

En términos de la oferta energética, se puede encontrar una serie de conexiones con las condiciones climáticas, en especial en aquellas fuentes de generación de tipo renovable. El caso más evidente es la generación hidroeléctrica, que depende de manera directa de la disponibilidad de recursos hídricos. En nuestro país, un poco menos del 50% del suministro de electricidad en el Sistema Interconectado Central (de Taltal al sur) proviene de la generación hidroeléctrica y, en general, los planes de crecimiento de dicha oferta consideran esta fuente un eje estraté-

gico importante. Estudios recientes (TECO-CCGUC, 2015) muestran que todavía existe un importante potencial de generación para las cuencas del sur de Chile (al sur del río Maipo).

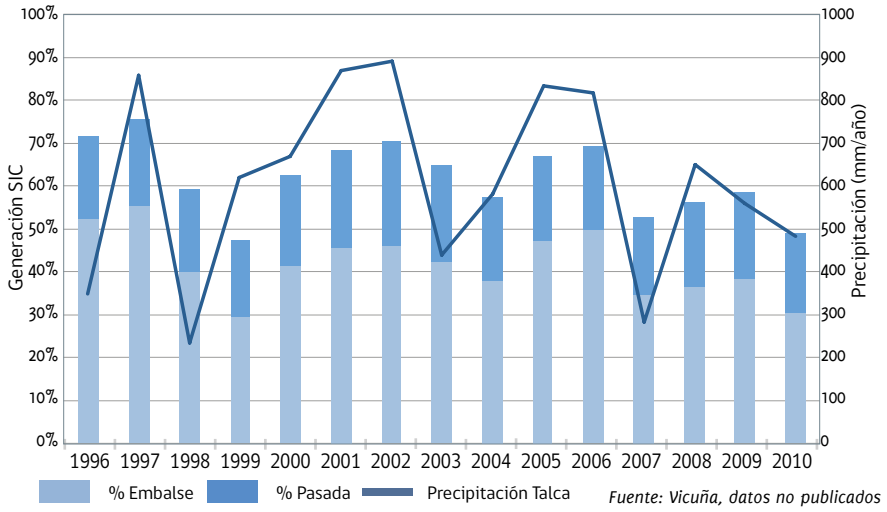
De la Figura 3-21 se desprende la relación entre las condiciones climáticas (precipitación) y la generación hidroeléctrica. En la figura se compara la precipitación anual en la ciudad de Talca (ubicada en el centro de una de las cuencas más importantes del país en términos hidroeléctricos) con el porcentaje de generación correspondiente a energía hidroeléctrica. Se evidencia una sincronía importante entre ambas variables, con desacoples que estarían asociados al efecto de la infraestructura de almacenamiento en la capacidad de generación del sistema, que sería aun más relevante en los períodos de sequía.

De acuerdo con las proyecciones, las regiones donde se concentra el desarrollo hidroeléctrico actual y futuro debiesen presentar una tendencia a la disminución de las precipitaciones y una consecuente reducción en los caudales de los ríos, lo que tendría un impacto negativo significativo en la explotación de los recursos hídricos para la generación de energía eléctrica. Junto con esta eventual reducción de caudales se alteraría también el régimen fluvial, dado que las mayores temperaturas afectarían los procesos de precipitación, acumulación y derretimiento nival. Lo anterior implica la necesidad de adecuar la operación de centrales hidroeléctricas en función de la forma como estas alteraciones terminen afectando el comportamiento de los caudales a lo largo del año. Además, eventos climáticos extremos como sequías y altas precipitaciones imponen un factor de incertidumbre en la gestión y planificación de este sector.

Parque eólico Canela, MMA.

Estos posibles impactos han sido estudiados en una serie de proyectos liderados por el Ministerio de Energía. En algunos, como el de la Universidad de Chile (2011) o el de Teco Group/CCG (2015), se realizaron análisis generales para un número importante de cuencas relevantes para la capacidad instalada en el SIC. En la Figura 3-22 se muestran los efectos esperados en el potencial de desarrollo hidroeléctrico en las cuencas de los ríos Maule, Biobío y Toltén para distintos períodos de tiempo y escenarios RCP. El Ministerio de Energía también ha desarrollado estudios detallados a escala de una cuenca específica, como "Determinación del impacto del cambio climático en el potencial esperado de generación hidroeléctrica en cuenca o subcuencas

Figura 3-21. Comparación entre el porcentaje de generación hidroeléctrica del SIC y las precipitaciones anuales en Talca en el período 1996-2010

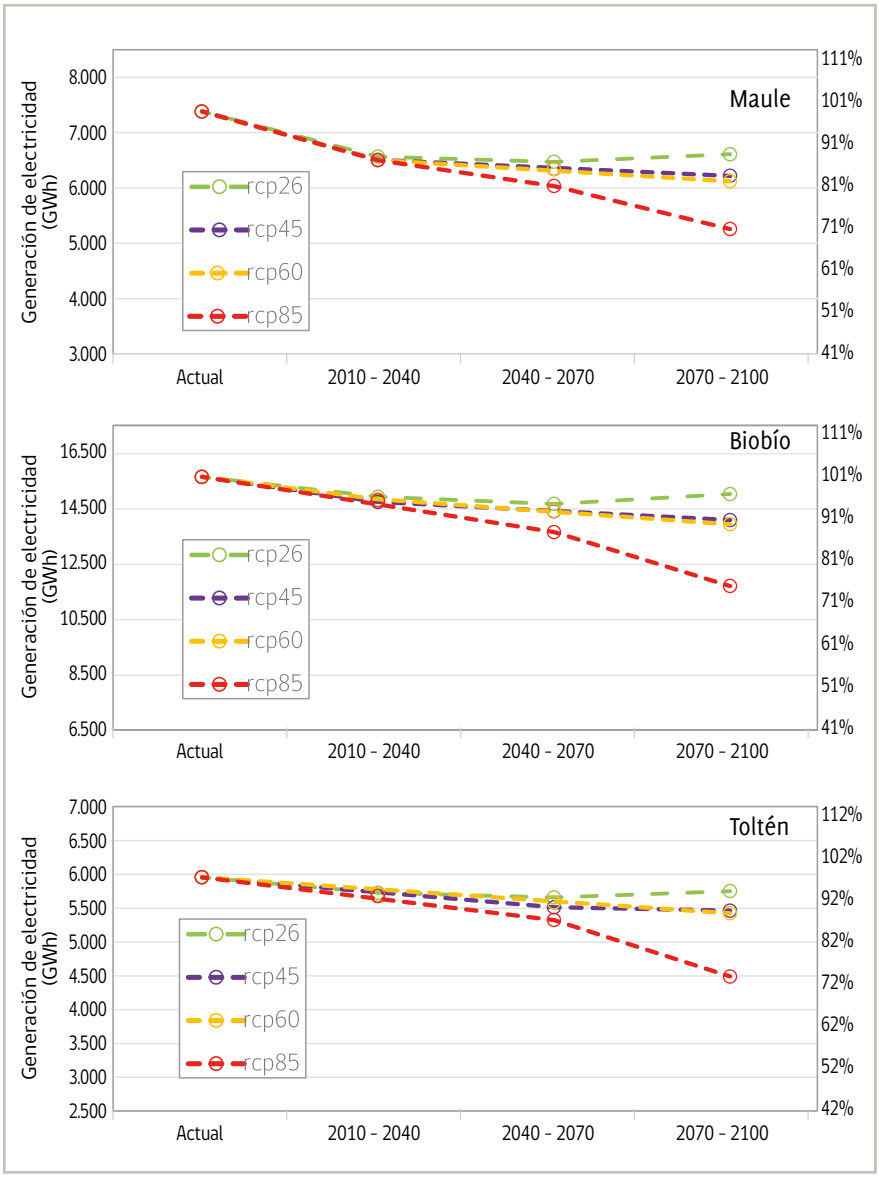


Fuente: Vicuña, datos no publicados

del río Maule", de la consultora Eridanus, que complementa trabajos previos realizados en esta cuenca en el marco del proyecto Fondef "Sistema de soporte a la toma de decisiones para reducir la vulnerabilidad frente a variabilidad y cambio climático en agricultura de riego".

Además de los efectos ya explorados en términos de reducción de la generación hidroeléctrica, aún no se estudian de manera sistemática en Chile otros posibles efectos del cambio climático en distintos segmentos del sistema eléctrico.[6] Ver ejemplo en recuadro.

Figura 3-22. Estimación del impacto del cambio climático en la capacidad de generación de electricidad asociada a proyectos futuros en las cuencas de los ríos Maule, Biobío y Toltén



Fuente: Teco Group/CCG, 2016

- El consumo y la distribución final de la electricidad se pueden ver afectados por cambios repentinos de consumo de electricidad asociados, por ejemplo, a olas de calor.
- La efectividad de transmisión de las líneas de alta tensión puede verse afectada por el impacto en la capacidad de transmisión por un aumento de la temperatura o incendios que puedan interrumpir la transmisión de electricidad.
- La generación de electricidad se puede ver afectada por cambios en la disponibilidad de los recursos necesarios para llevarla a cabo. Ya se analizó el caso de los cambios en la disponibilidad de los recursos hídricos y sus efectos en la generación hidroeléctrica. A estos se pueden agregar cambios en los patrones de viento que alteraran la generación eólica, y cambios en la precipitación que afectaran la generación termoeléctrica cuando se necesita agua para los procesos de enfriamiento (por ejemplo, centrales a gas natural ubicadas en la cuenca del río Aconcagua).
- Otro tipo de impacto se asocia a la ocurrencia de eventos extremos que puedan interrumpir la operación de centrales, en cuyo caso las centrales expuestas a inundaciones o marejadas costeras parecen las más críticas.

[6] *Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MMA, 2014a).*

3.6. Sector Infraestructura

3.6.1. Servicios y obras de infraestructura

Los servicios y obras de infraestructura son un soporte esencial para una amplia gama de sectores sociales y productivos, y por ende son un facilitador para el desarrollo económico y el bienestar social, la salud y la calidad de vida de la población. Todos los sectores productivos necesitan infraestructura, especialmente aquella que permite utilizar agua: la agricultura y la minería necesitan pozos y obras de toma, regulación y conducción de agua; el sector energético necesita bocatomas, canales, embalses, turbomáquinas; la pesca y la silvicultura necesitan obras portuarias e infraestructura costera; y las industrias requieren de infraestructura para el tratamiento y disposición de sus aguas residuales. La población requiere de obras para abastecerse de agua potable y disponer sus aguas servidas y aguas lluvia; también necesita obras que garanticen su movilidad y conectividad, como puentes, caminos y carreteras. Entre las obras que buscan asegurar el bienestar de la población destacan aquellas para minimizar el riesgo frente a peligros hidrometeorológicos como crecidas, sequías y avalanchas (protecciones fluviales, estabilización de taludes, piscinas decantadoras, etc.). Así entonces, desde el punto de vista de los fenómenos hidrometeorológicos la infraestructura se puede clasificar en dos categorías, que no son mutuamente excluyentes (CCGUC, 2014a):

1. Infraestructura de relevancia para algún sector socioproductivo que es vulnerable o está expuesto a una amenaza o fenómeno hidrometeorológico. En cierto modo, toda infraestructura cabe dentro de esta clasificación, pero se refiere específicamente a obras cuyo objetivo está directamente relacionado con el recurso hídrico u operan con flujos de agua (puentes, bocatomas, conducciones hidráulicas, puertos, etc.) y obras como hospitales, caminos o infraestructura de transporte, que no operan directamente con agua.

2. Infraestructura especialmente concebida para proteger a la población reduciendo la exposición o vulnerabilidad ante una amenaza o fenómeno hidrometeorológico (drenaje de aguas lluvia, obras de protección costera y fluvial), así como obras destinadas al almacenamiento y distribución de recursos hídricos.

Archivo MMA.

Acorde a su crecimiento económico, Chile ha realizado importantes avances en dotación, mantenimiento y operación de infraestructura, impulsados tanto por el financiamiento público —regido por el Sistema Nacional de Inversiones— como por la contribución privada a través del Programa de Concesiones. Sin embargo, la necesidad de mejorar es conocida, en especial en drenaje urbano, movilidad y conectividad, y en las obras de almacenamiento y riego. El país tiene una necesidad importante que abordar, respecto de la cual el cambio climático es un factor que se debe considerar.

3.6.2. Infraestructura y cambio climático

Los impactos del cambio climático sobre las obras de infraestructura, cualquiera sea su categoría, dicen relación con cambios en el régimen estacionario supuesto para las variables hidrometeorológicas relacionadas con las solicitudes sobre estas obras (Milly y otros, 2008). Esta no estacionaridad puede presentarse como tendencias o como cambios en la media, la varianza y en otras propiedades estadísticas de estas variables. Potenciales impactos asociados a este tipo de cambios implican una amenaza para los servicios de infraestructura, y consecuentemente, una amenaza para todos los sectores o necesidades que de ellos dependen (CCGUC, 2014a). Pero también es posible concebir oportunidades asociadas al cambio climático (cambios del uso productivo de suelo, por ejemplo), que se materializarán en la medida en que se desarrolle nueva infraestructura especialmente destinada a este objetivo (CCGUC, 2014a).

En Chile se ha comenzado a caracterizar la vulnerabilidad de la infraestructura al cambio climático particularmente mediante estudios que buscan caracterizar los potenciales impactos sobre los recursos hídricos (tanto en rol de recurso como de amenaza) y las implicancias de dichos impactos. Más aun, en un esfuerzo reciente, el Ministerio de Desarrollo Social ha comenzado a desarrollar una Metodología para la Identificación y Evaluación de Riesgos de Desastres en Proyectos de Inversión Pública. Actualmente, la ONEMI coordina mesas de trabajo de amenazas por incendios forestales, remoción en masa, tsunami, amenazas hidrometeorológicas y erupciones volcánicas, con el objetivo de obtener herramientas robustas que permitan a los formuladores de proyectos de inversión seleccionar medidas de gestión, que estén acorde a las necesidades del territorio. Este esfuerzo requiere contar con una mejor descripción de los procesos físicos y de las condiciones de vulnerabilidad y exposición que detonan un desastre, aunque ya se ha visualizado la necesidad de incorporar el cambio climático. Finalmente, cabe destacar que estos avances también han permitido plantear metodologías para evaluar el impacto del cambio climático sobre la infraestructura, conducentes a nuevas prácticas de diseño y de adaptación; en ello destaca el documento "Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP" (CCGUC, 2012), que busca definir una metodología para incorporar el cambio climático a los procesos de planificación, diseño y operación de obras.

A continuación se describen brevemente los impactos asociados al cambio climático según los distintos tipos de infraestructura.

3.6.3. Infraestructura de drenaje, obras fluviales y puentes

En lo referido a eventos extremos de origen hidrometeorológico (por ejemplo, inundaciones urbanas, deslizamientos, aludes y desborde de ríos), los impactos del cambio climático se asocian al aumento de las lluvias de mayor intensidad y a la ocurrencia de tormentas cálidas, de modo que las altas temperaturas concurren con la precipitación (Garreaud, 2013). Estos eventos pueden producir una o más de las siguientes situaciones (CCGUC y CIGIDEN, 2013): excedencia de la capacidad de infiltración, saturación de los suelos, y aportes de escorrentía directa tanto por el derretimiento rápido de nieve durante la precipitación como por el aumento del área pluvial contribuyente bajo la elevación de la isoterma cero. Estos eventos implican un riesgo para las obras construidas en bordes de ríos, para la infraestructura de puentes, las obras de contención y los sistemas de drenaje de aguas lluvia (CCGUC, 2012) no solo por los mayores caudales, sino también por la potencial mayor carga de sedimentos.

Un estudio de CEPAL (2012) proyecta para Chile un aumento en la ocurrencia de

Valdivia, MMA.

Puerto, MMA.

eventos cálidos de altas precipitaciones, en conjunto con una disminución de los eventos de magnitud importante. Por ejemplo, entre los paralelos 35° S y 38° S se espera una reducción del ~ 20% de los días con precipitaciones mayores a 30 mm, pero al mismo tiempo se proyectan casi ocho veces más eventos de esta magnitud concurrentes con temperaturas mayores a los 12 °C. Recientemente se ha dado una serie de eventos extremos asociados que se conocen como "tormentas cálidas" o tormentas con línea de nieves a gran altura, como en la cuenca del Maipo en enero y febrero del año 2013, o en abril del 2016, eventos que produjeron impactos importantes en la satisfacción de agua potable en la ciudad de Santiago producto del alto contenido de sedimentos (Vicuña y otros, 2013). Otro ejemplo fueron las inundaciones y los aluviones en la Región de Atacama durante marzo de 2015, cuando la elevada temperatura de la fecha elevó la isoterma cero por sobre los 3.500 m (Wilcox y otros, 2016).

Por otra parte, como se planteó en la sección de Recursos Hídricos, Vicuña y otros (2013) reportaron un aumento significativo durante las últimas décadas de la crecida máxima anual producto de la ocurrencia de eventos cálidos en múltiples locaciones de la cuenca del río Mataquito. Al mismo tiempo, se detectaron reducciones en la precipitación total y un aumento consistente en las temperaturas anuales. Pese a que no se han realizado estudios sistemáticos que atribuyan al cambio climático la ocurrencia de estos eventos, es esperable que el aumento de las temperaturas contribuya a esa ocurrencia. Las proyecciones muestran que esto se dará cada vez con mayor frecuencia (Demaria y otros, 2013a y 2013b), lo que se traducirá en un aumento de los caudales máximos. Demaria y otros (2013c) utilizaron estas proyecciones para evaluar el diseño de un puente cerca de la desembocadura del río Mataquito. El ejercicio demostró un aumento significativo de la crecida de diseño de período de retorno T= 100 años (MOP, 2014a). Este aumento podría ser de entre el 50% y el 90% para el período 2070-2100 dependiendo del escenario de emisiones.

Dadas las predicciones anteriores, se ha comenzado a explorar metodologías para incorporar el cambio climático en el diseño de infraestructura fluvial. Demaria y otros (2013) presentaron un ejemplo en que utilizan modelos de circulación general, métodos de *downscaling* y un modelo hidrológico continuo para simular el clima futuro. A los distintos climas generados se les hace un análisis de frecuencia suponiendo condiciones estacionarias para distintos tramos de tiempo (2010-2040, 2040-2070, 2070-2100), lo que permite obtener los caudales de diseño y una medida de su incertidumbre. Por otra parte, CCGUC (2014a) presentó algunos métodos basados en análisis de frecuencia en condiciones no estacionarias. Estos métodos suponen una descripción estadística del clima futuro mediante distribuciones de probabilidad, cuyos parámetros cambian en el tiempo (Mailhot y Duchesne, 2010; Salas y Obeysekera, 2014; Vogel, Yaindl y Walter, 2011).

3.6.4. Puertos e infraestructura costera

También genera preocupación el posible aumento del nivel del mar y de la altura e intensidad del oleaje —particularmente de la altura de la ola significante—, así como de la frecuencia de las tormentas y marejadas, y fuertes vientos (MMA, 2014). Consistentemente con los antecedentes presentados en la sección de condiciones en los océanos, Losada y otros (2013) establecen que las tendencias respecto del nivel del mar no son concluyentes dados los frecuentes levantamientos o hundimientos producidos por la fuerte actividad sismotectónica del margen occidental del continente sudamericano. Sin embargo, los autores identifican un ascenso del nivel del mar en torno a los 2 mm/año en las últimas décadas. Por su parte, Contreras-López y otros (2012) concluyeron que las tendencias en el nivel medio del mar no son homogéneas a lo largo de Chile, sino que abarcan tasas que varían

entre los +3,2 mm/año y -1,4 mm/año, aunque nuevamente se reconoce la incertidumbre de estos valores dados los cambios de nivel del terreno producto de los grandes terremotos, como el reportado por Vargas y otros (2011). En lo referido al oleaje, Izaguirre y otros (2013) detectaron una tendencia positiva en toda Sudamérica en las alturas extremas de oleaje, con un aumento de 6,5 cm/año en los últimos treinta años en Tierra del Fuego. Se estima que la altura de la onda significante aumente a una tasa de entre 0,002 y 0,01 m/año en el período 2010-2070 (CEPAL, 2011).

De ocurrir estos cambios, impactarían las zonas costeras y la infraestructura de caminos, puertos y caletas, lo que a su vez influiría negativamente en las actividades económicas que se desarrollan en el litoral (MMA, 2014). Estos impactos pueden ser relevantes dada la larga vida útil de la infraestructura portuaria, que puede superar los cincuenta años (Losada-Rodríguez y otros, 2013). En general, el cambio climático tendrá impacto sobre la infraestructura portuaria, la que a su vez influirá en los siguientes aspectos (Losada y otros, 2013): i) espera, navegación y atraque; ii) infraestructura de protección y diques de abrigo; iii) zona de gestión, almacenamientos, procesado y manipulación de carga; iv) movimiento vehicular al interior de puertos; v) infraestructura auxiliar y equipamiento, y vi) accesos y conectividad con el exterior. Los mismos autores proponen un ejercicio para evaluar los impactos del cambio climático en el puerto de Valparaíso, en el que se identifica una tendencia estadística significativa en los extremos de altura de ola, lo que en el corto plazo (una década) significaría una disminución del 8% en la seguridad sobre el diseño original.

3.7. Ciudades

Las ciudades, principal hábitat de la especie humana, son espacios altamente vulnerables ante eventos naturales desencadenados por el clima, que afectan no solo la sustentabilidad del sistema sino también los niveles de resiliencia, especialmente en países en vías de desarrollo como Chile. En el proyecto "Adaptación urbana al cambio climático" (MMA, 2014) se analizó la vulnerabilidad frente a la variabilidad y cambio climático para las capitales regionales de Chile, y cómo dichas amenazas climáticas eran consideradas dentro de instrumentos de planificación territorial. Las cinco principales amenazas, de un total de 14 identificadas en este estudio son, en orden de ocurrencia: inundaciones, aludes y aluviones, deslizamientos, sequías y olas de calor. Entre las conclusiones de este estudio, se indica que la institucionalidad nacional presentaría limitaciones para desplegar las agendas de cambio climático en sus territorios nacionales. En este sentido, se evidencia una falta de involucramiento de los gobiernos locales, lo que acentúa las condiciones de vulnerabilidad de algunas urbes a lo largo del territorio nacional.

En un análisis del MINVU (2016), realizado en el marco de la formulación del Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, se estima un índice de riesgo de impacto a eventos climáticos para cada capital regional, a partir de las amenazas de origen climático y la vulnerabilidad social establecida según datos de la encuesta CASEN. El índice de amenazas se compone de los eventos acontecidos y su probabilidad de ocurrencia según emplazamiento geográfico, incluyendo la amenaza de aumento del nivel del mar.

El estudio "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (años 1980-2010) y proyección al año 2050" (MMA, 2016b) proporciona información sobre el cambio climático al 2050 según el escenario RCP8.5 para cada una de las 342 comunas chilenas. La Tabla 3-3 presenta una síntesis de

Tabla 3-3. Síntesis de riesgos de impactos a eventos climáticos y cambios en temperatura y precipitación al 2050 según escenario RCP 8.5 para las 15 capitales regionales de Chile

Ciudad	Riesgo de impacto	Amenaza potencial por subida del nivel del mar	Cambios en temperatura al 2050				Cambios en precipitación al 2050	
			estival	estival	invernal	invernal		
			(°C)	(%)	(°C)	(%)	(mm)	(%)
Arica	0,72	sí	2,2	11	2,5	17		0
Iquique	0,62	sí	2,1	10	2,4	16	0	0
Antofagasta	0,63	sí	2,1	10	2,2	16	0	0
Copiapó	0,57	no aplica	2,3	11	2,2	21	0	0
La Serena	0,76	sí	1,9	11	1,8	17	-10	-13
Valparaíso	0,89	sí	1,9	11	1,6	15	-68	-17
Santiago	0,64	no aplica	2,1	14	1,7	19	-51	-15
Rancagua	0,63	no aplica	2,2	11	1,7	19	-82	-15
Talca	0,66	no aplica	2,1	11	1,5	18	-132	-16
Concepción	0,85	sí	1,7	10	1,3	14	-150	-15
Temuco	0,69	no aplica	1,9	12	1,2	16	-192	-15
Valdivia	0,48	sí	1,6	10	1,1	14	-231	-13
Puerto Montt	0,75	sí	1,7	12	1,2	18	-230	-12
Coyhaique	0,41	no aplica	1,7	15	1,5	79	-85	-7
Punta Arenas	0,61	sí	0,9	11	1,5	94	92	4

Fuente: Area Adaptación, Departamento de Cambio Climático, MMA

Santiago, Claudio Badilla.

los dos estudios (MMA, 2016b y MINVU, 2016) para las 15 capitales regionales chilenos. Cambios absolutos en precipitación menor de 5 mm/año se han considerados como "0". Los cambios indican las diferencias de los valores de la línea base (1980-2011). Los valores para Santiago son el promedio que corresponde a la zona "valle central" de 33 comunas de la provincia de Santiago.

Se observan algunos avances para enfrentar los desafíos del cambio climático. Un ejemplo significativo es el proyecto MAPA,[7] uno de cuyos objetivos fue analizar los impactos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del río Maipo, fuente principal de agua para la capital del país, Santiago, donde viven más de seis millones de personas. De acuerdo con los antecedentes disponibles, la combinación de una gran demanda urbana y agrícola con un clima semiárido pone gran presión al suministro de agua en la cuenca. El proyecto MAPA, que llevó a cabo una proyección del uso de suelo esperado en el futuro en la cuenca, destacó el uso urbano entre los usos principales. También sobre la base de modelos hidrológicos y de gestión de recursos hídricos se identificaron posibles impactos en la disponibilidad de agua para la población (ver Figura 3-10), tomando en cuenta la demanda futura de agua de los distintos usos de suelo más significativos de la cuenca y la oferta del recurso incorporando los cambios climático-hidrológicos esperados por efecto del cambio climático. Desde la óptica propiamente urbana, se estudiaron los costos de mantención —especialmente los asociados al agua— de áreas verdes como plazas y parques en la metrópoli de Santiago.

Es importante señalar las contribuciones de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo, que, a través de la SUBDERE, han financiado estudios sobre el desarrollo urbano y el cambio climático en ciudades grandes. En este contexto destaca la consultoría realizada por la empresa IDOM para la ciudad de Valdivia (2013), en que se estudiaron aspectos como la huella urbana e histórica de la ciudad y los escenarios de crecimiento urbano, y se realizaron estudios básicos de mitigación y adaptación. En la actualidad se están estudiando las ciudades de Puerto Montt y La Serena-Coquimbo. Además, se han publicado artículos sobre impactos y vulnerabilidades de centros urbanos en Chile en la revista de geografía *Norte Grande*. De los más recientes sobresale el artículo de Henríquez, Aspee y Quense (2016), que analizan de manera retrospectiva los eventos climáticos extremos asociados a declaratorias de zonas de catástrofe en Chile (1984-2013) por temporales de lluvia, sequías, heladas, nevazones, inundaciones y movimientos en masa desencadenados por temperaturas y precipitaciones extremas. Esta contribución propone un índice de riesgo hidrometeorológico basado en la información de exposición, vulnerabilidad y resiliencia que proveen fuentes oficiales. De acuerdo con los resultados obtenidos, las comunas con mayor riesgo climático son las ubicadas en el litoral de la zona central, especialmente en la provincia de Petorca. Se concluyó que es necesario usar un enfoque adaptativo para el manejo del riesgo, especialmente frente a las amenazas que impone el cambio climático.

Smith y Romero (2016) estudiaron la distribución espacial de las temperaturas del aire de verano en Santiago. Para tal efecto elaboraron un modelo de regresión de la temperatura atmosférica y un conjunto de factores

[7] *Para más detalles del proyecto MAPA, ver la sección Sector Recursos Hídricos.*

explicativos como cobertura vegetal, superficies impermeables, elevación, orientación de laderas, rugosidad, distancia de cursos de agua y admitancia térmica de coberturas de suelo en la metrópoli. Los resultados muestran que en el sector oriente las temperaturas son menores que en el resto de la ciudad, y que los grandes parques presentan una diferencia de alrededor de 4 °C menos respecto de las zonas adyacentes.

3.8. Sector Salud

La salud de la población que habita en Chile ciertamente se verá afectada por los cambios climáticos proyectados para el futuro, tanto por el aumento de eventos extremos (sequías, heladas y olas de calor) como por los cambios previstos en el abastecimiento de alimentos y agua potable, la presencia de enfermedades de transmisión vectorial y la concentración de contaminantes atmosféricos (MINSAL, 2015). A pesar de que ya existía algún grado de conocimiento al respecto en la 2CN, especialmente desde los aportes de la literatura internacional, en ese momento aún no se disponía de información acabada que diera cuenta de la vulnerabilidad del país en este tema.

En general, la relación entre los impactos del cambio climático y sus efectos sobre la salud humana es compleja y multidimensional, de modo que es difícil aislar causas particulares, por lo que es necesario conocer sus interacciones para saber dónde concentrar los esfuerzos (GreenLab UC, 2012). Por ejemplo, las enfermedades asociadas al consumo de alimentos y de agua provienen principalmente de la falta de agua, de la baja en su calidad y del aumento en las temperaturas. Además, la falta de agua, expresada en sequías, puede generar migraciones importantes del campo hacia la ciudad, con los problemas de hacinamiento, falta de agua potable, comida y albergue que ello conlleva (GreenLabUC, 2012). Por otro lado, el aumento de las temperaturas puede alterar el comportamiento y la distribución de los vectores que transmiten enfermedades y de sus efectos, por lo que hay un alto riesgo de que afecciones como el dengue y la malaria se reintroduzcan producto del cambio climático, tema que ha sido insuficientemente estudiado para Chile (Figueroa y Scott, 2015; GreenLabUC, 2012; Pino y otros, 2015).

Para Chile se espera un aumento de eventos extremos relacionados con el cambio climático, los que en países de Europa han sido fuertemente asociados con un aumento en la mortalidad; sin embargo, esta tendencia puede modificarse con medidas de adaptación apropiadas, enfocadas en la población más vulnerable: personas muy ancianas, niños pequeños y de salud frágil (GreenLab, 2012). De la misma forma, podría haber un aumento de problemas psicológicos asociados a la ocurrencia de eventos climáticos extremos, como ansiedad o depresión causados por la pérdida de patrimonio y animales, o por la exposición al riesgo de sus propias vidas (CCGUC, 2011; GreenLab, 2012). Finalmente, la literatura internacional señala que los impactos del cambio climático pueden provocar un aumento de las enfermedades alérgicas, asociadas a mayor exposición a rayos ultravioleta, y de enfermedades cardiorrespiratorias (GreenLab, 2012).

Algunos de estos impactos ya han sido observados en el país. Por ejemplo, el "Estudio de la morbimortalidad y variabilidad climática asociada al cambio climático en Chile" (Bustos, 2013) indica que las enfermedades cardiovasculares y respiratorias son las que presentan mayores relaciones de causalidad con la disminución de la temperatura. Considerando los registros diarios desde 2001 a 2010 de la mortalidad de personas mayores de 75 años y la temperatura mínima en la Región Metropolitana, se observa una relación espejo entre ambas series, que indica una fuerte causalidad de la temperatura sobre la mortalidad.[8] Como se ve, la morbilidad y la mortalidad se asocian principalmente a períodos con tendencias hacia bajas temperaturas entre los períodos 2002 y 2010 (ver Figura 3-23), que coinciden en que han sido las personas mayores de 75 años las más vulnerables, pues tienen enfermedades crónicas debido a la edad. El informe además indica que la mortalidad asociada a temperaturas cálidas no está suficientemente estudiada en Chile, porque no se evidencia un aumento de enfermedades cardiovasculares en períodos calurosos, a diferencia de tendencias en países del hemisferio norte. Respecto de las enfermedades respiratorias ocasionadas por el clima, Bustos (2013) indica que los grupos etarios más afectados corresponden a los menores de cinco años y mayores de 65 años, mientras que para el caso de la mortalidad en

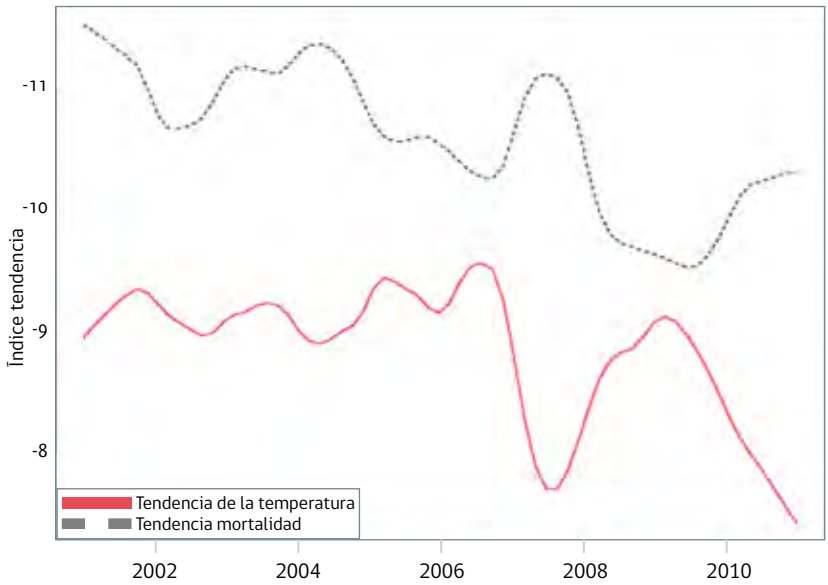
[8] *Los datos de morbilidad y mortalidad fueron obtenidos desde el registro de egresos hospitalarios y defunciones del Departamento de Estadísticas e Información en Salud (DEIS) del Ministerio de Salud.*

enfermedades respiratorias crónicas e influenza no existe información concluyente por la falta de continuidad de las series temporales por región. Algo similar ocurre con otras enfermedades, respecto de las cuales la información disponible no es consistente. Finalmente, el CCGUC (2011) indica que en el valle de Azapa la población ha señalado que se ha experimentado una modificación de las corrientes de vientos que ingresan desde la costa, lo que ha repercutido en un aumento de los casos de alergias y asma.

Laboratorio, FICH.

Respecto de las enfermedades transmitidas por vectores, Pino y otros (2015) señalan que se han detectado focos silvestres inesperados de vinchuca (*Triatoma infestans*), transmisor de la enfermedad de Chagas, en entornos rurales despoblados, lo que sugiere que este nuevo entorno puede estar relacionado con el calentamiento posterior a un episodio de ENSO. Por su parte, el *Aedes aegypti*, transmisor del dengue, fue reportado por última vez en Chile continental en 1961, sin embargo, se detectaron nuevas poblaciones en Isla de Pascua en 2002 y 2006, lo que eleva el temor a la reintroducción de este vector en Chile continental. Finalmente, las poblaciones del roedor transmisor del virus hanta podrían aumentar producto del incremento de las lluvias relacionadas con eventos de El Niño, lo que a su vez elevaría la ocurrencia de casos de afectados por el virus hanta.

Figura 3-23. Tendencias de la descomposición de las dos series temporales utilizando el método LOESS (suavizamiento por regresión local pesada)



Fuente: Bustos, 2013

El estudio principal para los impactos proyectados es el que GreenLab UC y el Ministerio del Medio Ambiente realizaron en 2012, "Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación", donde se proyectan los impactos en salud para el país, de acuerdo con la modelación de escenarios climáticos SRES desarrollados por CEPAL (2009), y siguiendo la literatura y la experiencia internacional en el tema. Los resultados de este estudio fueron uno de los insumos principales para la redacción de la primera propuesta para el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud de Chile.

De acuerdo con este estudio, los impactos en salud se pueden clasificar a partir de su escala de alcance, nacio-

nal o local. Los impactos de alcance nacional son aquellos que se esperan como consecuencia de la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, entre los cuales es posible incluir los asociados al fenómeno ENSO. Estos eventos pueden causar un aumento de las enfermedades infecciosas y diarreicas, de las enfermedades asociadas al consumo de agua y alimentos contaminados, de la morbilidad por cambios de temperatura y lesiones, y de las defunciones por efecto directo de estos fenómenos, que tendrían un impacto significativo sobre grupos vulnerables de la población, así como sobre personas que realizan periódicamente actividades al aire libre en zonas de radiación solar intensa (GreenLab UC, 2012).

Se esperan impactos a escala local en las siguientes áreas del territorio nacional (MINSAL, 2015):

- zona norte (entre la Región de Arica y Parinacota y el sector cordillerano de Antofagasta)
- zona centro (entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos)
- zona sur (entre el canal de Chacao y la Región de Aisén)
- zona austral (territorio que comprende la totalidad de la Región de Magallanes)

Una síntesis de estos impactos y su alcance se muestra en la Figura 3-24.

Figura 3-24. Síntesis de impactos a la salud relevantes para Chile producto del cambio climático según zona geográfica

Fuente: MINSAL, 2015, a partir de GreenLab UC, 2012

Este estudio además proyectó tasas de admisiones hospitalarias (ingresos por cada millón de habitantes) producto de la modificación del patrón de temperatura para ocho ciudades del país: Arica, Antofagasta, La Serena, Santiago, Concepción, Temuco, Puerto Montt y Punta Arenas. Estas tasas proyectadas se basaron en la proyección de temperatura media para el escenario A1B y en las curvas de exposición desarrolladas por el equipo consultor, que determinan la relación causal entre las admisiones hospitalarias y la temperatura en los ocho casos de estudio. Los resultados se presentan en la Figura 3-25. En todo caso, los resultados son solo una referencia de la magnitud esperada, pues el nivel de incertidumbre proveniente de ambos insumos es alto.

Figura 3-25. Estimación del cambio en la tasa de ingresos hospitalarios producto de la modificación de la temperatura media diaria en Arica, Antofagasta, La Serena, Santiago, Concepción, Temuco, Puerto Montt y Punta Arenas

Arica	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008:18,5 °C	1,5	2,0	2,8	3,1	7,9
Riesgo relativo	-7,3%	1,8%	-4,1%	8,6%	22,2%

Antofagasta	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008: 16,2 °C	1,6	1,9	2,6	3,0	7,4
Riesgo relativo (%)	16,3%	12,4%	10,6%	14,8%	17,0%

La Serena	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008: 13,7 °C	0,6	2,8	1,4	2,0	5,3
Riesgo relativo (%)	9,3%	12,9%	14,1%	10,3%	11,3%

Santiago	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008:15 °C	0,4	0,7	1,2	1,8	5,6
Riesgo relativo (%)	-6,4%	10,1%	-5,1%	1,6%	1,5%

Concepción	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008: 12,7 °C	0,5	0,6	1,1	1,3	4,5
Riesgo relativo (%)	9,4%	12,9%	14,2%	10,2%	11,3%

Temuco	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008: 11,8 °C	0,3	0,4	0,8	1,0	2,5
Riesgo relativo (%)	11,4%	14,0%	12,8%	11,1%	14,6%

Puerto Montt	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008: 10,6 °C	0,1	0,3	0,5	0,8	3,3
Riesgo relativo (%)	12,7%	14,2%	19,3%	17,8%	21,8%

Punta Arenas	2019	2039	2059	2079	2099
Cambio temperatura c/r 2008 (°C) 2008: 6,5 °C	0,2	0,4	0,5	0,9	2,5
Riesgo relativo (%)	4,7%	8,5%	15,8%	15,2%	5,9%

Fuente: GreenLab UC, 2012

Las ciudades que presentan mayor vulnerabilidad a las modificaciones de los patrones de temperatura, como se observa en la Figura 3-25, son Arica, Antofagasta y Puerto Montt, mientras que Santiago sería la ciudad que menor riesgo enfrentaría. Todas las ciudades analizadas muestran un aumento en la tasa de ingresos hospitalarios proyectada, aunque las magnitudes de este aumento no representan una preocupación alarmante, y se pueden abordar anticipando una buena gestión de los servicios de salud, así como un aumento en la infraestructura de camas a lo largo de los años (GreenLab UC, 2012).

En conclusión, en los últimos cinco años el sector Salud ha generado información relevante sobre la vulnerabilidad del sector y sus efectos ante los impactos del cambio climático, lo que ha permitido definir estrategias y medidas específicas para que la población y la institucionalidad del país pueda adaptarse a estas nuevas condiciones.

3.9. Sector Turismo

El clima es un recurso esencial para el turismo, especialmente para los segmentos turísticos relacionados con la playa, la naturaleza en general y los deportes invernales. Cambios en el clima y en los patrones del tiempo en destinaciones turísticas pueden alterar significativamente la comodidad del turista y sus decisiones de viaje, e impactar de manera directa en el comercio turístico, en los patrones de demanda, en los flujos de visitantes y, consecuentemente, en las comunidades que ofrecen servicios y actividades.

Según la Organización Mundial del Turismo, en 2014 Chile fue el séptimo destino para turistas extranjeros dentro de América y el tercer país de mayor recepción de turistas internacionales en América del Sur, superado solo por Brasil y Argentina. En 2015 Chile recibió cerca de cuatro millones de visitantes. Así, la industria turística nacional ha dejado de ser una actividad de menor relevancia y hoy contribuye con el 3,23% al PIB del año 2010 (SERNATUR, 2014). Entre las principales atracciones turísticas de Chile destacan sus playas costeras, fluviales y lacustres; la cordillera de los Andes, con sus estaciones de esquí, sus montes y sus volcanes; las islas e islotes, y otros lugares de paisajes naturales integrados por reservas naturales, santuarios de la naturaleza, parques nacionales, monumentos naturales, sitios RAMSAR[9] y reservas de la biósfera. Por ello, impactos costeros como marejadas, olas de calor y sequías, junto con el ascenso de la isoterma cero, debiesen impactar negativamente las actividades turísticas en Chile. El turismo asociado a centros invernales puede verse directamente afectado por los cambios en los volúmenes y características de las precipitaciones. En el caso de algunos parques nacionales del sur, cambios en la superficie de glaciares y en las características escénicas de los bosques del sur podrían afectarlos como destino turístico.

Existen evidencias de impactos en el sector relacionados con eventos climáticos extremos. El Parque Nacional Torres del Paine ha sido escenario recurrente de incendios, en su mayoría causados por la irresponsabilidad de los turistas. Sin embargo, la intensidad y expansión de esos incendios pudo haber aumentado por la escasez de lluvias en la región.[10] Los datos indican que después del incendio en el Parque, el año 2011, las visitas de turistas disminuyeron en torno al 50% por casi un año.

Otro caso es el deshielo inusual que se registró en el volcán Osorno en 2011. Las precipitaciones, junto a inusitadas altas temperaturas, causaron un socavón que mantuvo aisladas a cerca de trescientas personas en la zona de los Saltos del Petrohué. El mismo año, intensas lluvias en el altiplano produjeron inundaciones en las cercanías de San Pedro de Atacama, lo que derivó en el cierre de importantes atractivos de la zona, como la Reserva Nacional Los Flamencos, los géiseres de El Tatio y las termas de Puritama.

Pese a todas estas posibles conexiones, no existen a la fecha estudios a escala nacional dedicados explícitamente a los potenciales impactos y a la vulnerabilidad del turismo frente al cambio climático.

3.10. Zonas costeras

La zona costera es uno de los ambientes más dinámicos del planeta, donde interactúan agentes meteorológicos, geológicos y oceánicos en distintas magnitudes y escalas espaciotemporales. La particularidad y relevancia de este sector explican la tendencia mundial a considerarlo objeto de análisis de vulnerabilidad frente al cambio climático.

En un contexto de cambio climático,

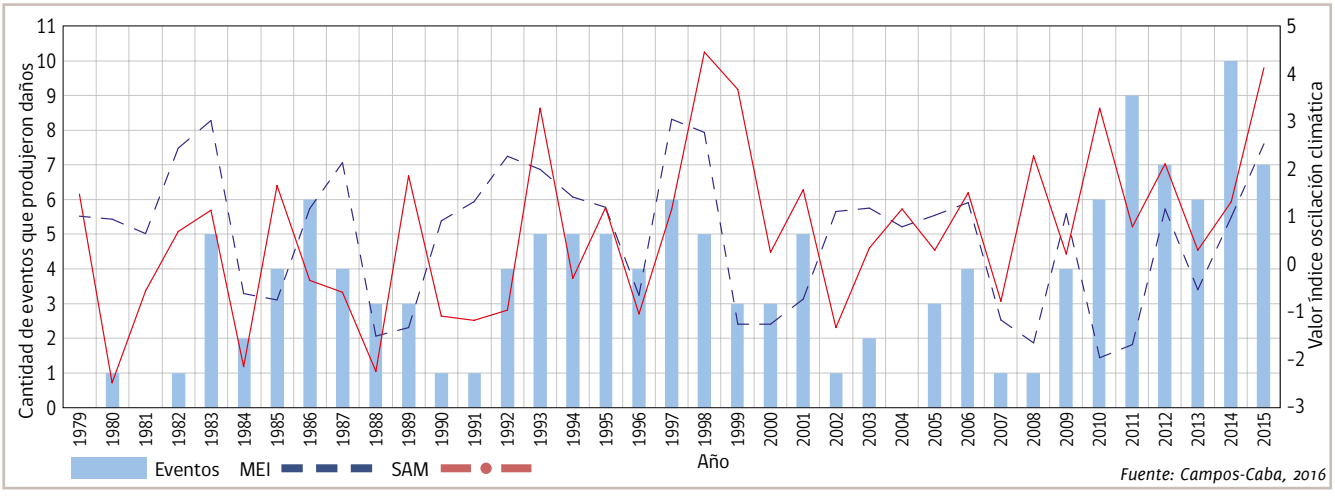
[9] El Estado de Chile ha suscrito la Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar.
[10] Para más detalles de la relación entre incendios y cambio climático, ver Recuadro 3-2.

Tunquén, Karina Bahamonde.

conocer los agentes que afectan las zonas costeras es fundamental para resguardar la seguridad de los asentamientos humanos, reducir los impactos de las obras costeras, y garantizar la operación portuaria y el desarrollo de la industria (Winckler y otros, 2015). Eventos recientes acaecidos en Chile, como los tsunamis de 2010, 2014 y 2015 (An y otros, 2014; Aránguiz y otros, 2016; Catalán y otros, 2015; Contreras-López y otros, 2016) o los temporales de julio de 2013 y agosto de 2015 (Álvarez y otros, 2016; Winckler y otros, 2016), evidencian la vulnerabilidad de los emplazamientos costeros, que crece a medida que se construye en terrenos bajos sin atender a su naturaleza dinámica (Winckler y otros, 2015).

Diversos antecedentes muestran que las marejadas son un fenómeno recurrente en las costas de Chile. Campos-Caba y otros (2015) y Campos-Caba (2016) identificaron 201 marejadas con algún tipo de efecto en las costas de Chile entre Valdivia y Arica, entre 1823 y 2015 (Figura 3-26). De esos 201 sucesos identificados, 64 ocurrieron antes del año 1979 y de ellos solo se pudo reunir información cualitativa. En los 137 más recientes se encontró un promedio de cuatro marejadas por año y un marcado comportamiento estacional. Brito (2009) describe varios eventos de marejadas y tormentas en la cuadra de San Antonio y Valparaíso a partir de antecedentes históricos. Los estudios disponibles, no obstante, no cuentan con el análisis estadístico suficiente —la estadística anterior a 1979 es esencialmente cualitativa— como para evaluar la vulnerabilidad de los asentamientos costeros asociada al cambio climático contemporáneo. Por otra parte, la falta de una red permanente de registros de oleaje (entre otros parámetros oceanográficos) a lo largo de la costa dificulta la incorporación de nuevas tormentas no necesariamente capturadas en los modelos de oleaje actuales (Beyá y Winckler, 2013; CCG-UC, 2014a). Con todo, en el presente no existen estudios acabados de vulnerabilidad asociada al cambio climático en los asentamientos costeros del litoral chileno.

Figura 3-26. Frecuencia anual de marejadas con daños y/o impactos en las costas de Chile. Se incluyen los máximos anuales de índices de El Niño multivariado (MEI) y el modo anular del sur, también conocido como oscilación antártica (SAM), 1979-2015



Fuente: Campos-Caba, 2016

4. Adaptación al cambio climático

En esta sección se incluye evidencia de la vulnerabilidad que enfrenta nuestro país ante los efectos del cambio climático. Es crucial seguir avanzando en su evaluación y en la implementación de acciones de adaptación. Antes de analizar en profundidad los avances de nuestro país al respecto, es necesario reflexionar sobre el concepto de adaptación y el marco teórico utilizado para este análisis. Luego se hará referencia a las medidas y acciones en este ámbito, para terminar destacando los aspectos relevantes y las implicancias que emanan de estas acciones y la manera en que nuestro país ha enfrentado el fenómeno.

Coquimbo, CONAF.

4.1. Desafíos en adaptación al cambio climático

Hoy se reconoce que, aunque las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero y los esfuerzos de mitigación en las próximas décadas demuestren ser relevantes, es inevitable que el sistema climático continúe cambiando, por lo que la humanidad tendrá que hacer frente a los impactos que ello conlleva. En este contexto, la adaptación es una herramienta fundamental para proteger a las sociedades de los efectos de la variabilidad y del cambio climático. Los gobiernos y las comunidades vulnerables deben emprender procesos que les permitan adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno.

El concepto de adaptación al cambio climático ha tenido una evolución dinámica en la literatura científica, en particular después de la entrega del Cuarto Informe del IPCC en 2007, momento desde el cual el interés por la materia ha crecido de manera sostenida. El Grupo de Trabajo II del IPCC, en el Quinto Informe, define el concepto como el proceso de ajuste al clima actual o proyectado y a sus efectos, especificando que en los sistemas humanos la adaptación busca moderar o evitar el daño, o bien, aprovechar oportunidades beneficiosas, mientras que en algunos sistemas naturales la intervención humana puede facilitar el ajuste a las proyecciones climáticas y sus efectos (IPCC, 2014a).

La adaptación al cambio climático puede ser autónoma o planificarse con estrategias de anticipación y de reacción en función de los impactos esperados. La adaptación planificada involucra tanto el diseño e implementación directa de medidas como la creación de capacidades de adaptación a través del conocimiento de los riesgos, impactos y medidas disponibles para enfrentar el cambio climático (Adger y otros, 2005; CCGUC, 2013).

La adaptación ocurre en distintos niveles organizacionales. Según Adger y otros (2005), está constituida por acciones de la sociedad, considerando individuos y comunidades hasta el gobierno, motivadas por distintos factores, tales como la protección del patrimonio ambiental y económico, y la disminución del riesgo. De esta forma, requiere de un enfoque participativo para asegurar que sus acciones sean viables y sustentables.

Reconocer los distintos niveles organizacionales en los que ocurre la adaptación conduce a dos perspectivas complementarias desde donde generar la información o el proceso de adaptación. La primera es una perspectiva de tipo *bottom up*, en que el proceso de adaptación ocurre en el nivel del individuo, la sociedad o el elemento natural que se ve expuesto o amenazado a cierta condición climática. En esta perspectiva cobran relevancia las condiciones intrínsecas de vulnerabilidad (vulnerabilidad de contexto, de acuerdo con O'Brien y otros, 2007), al igual que las condiciones de entorno (incluida la variabilidad climática y otros factores de estrés). La segunda perspectiva es la *top down*, que desde una visión global del sistema climático cambiante intenta entender los posibles impactos (vulnerabilidad de resultado, de acuerdo a O'Brien y otros, 2007) del cambio climático en sectores de la sociedad o en regiones específicas (CCGUC, 2013). Ciertamente, para que la adaptación sea más efectiva se recomienda integrar ambos enfoques.

El Quinto Informe del IPCC (2014a) destaca que aún no está claro qué tan efectivas han sido las respuestas de adaptación ni qué tan efectivas lo serán en el futuro, ya que han sido pocos los planes o acciones monitoreados y evaluados en el mundo. Urge por ello avanzar en la evaluación y monitoreo de la adaptación, de modo de recoger las complejidades inherentes a todo proceso social, exacerbado en este caso por una elevada incertidumbre (Aldunce y otros, 2016b). También se ha llamado a dirigir la atención a las externalidades que pudiesen emerger de los procesos de adaptación, es decir, no solo a concentrarse en el objetivo de adaptarse sino también a crear políticas, instrumentos y acciones de adaptación que propicien la justicia social y la integridad ambiental, para evitar afectar la vulnerabilidad de otras poblaciones o generaciones, y del medio ambiente (Eriksen y otros, 2011).

La adaptación al cambio climático está en una transición desde una fase de sensibilización hacia una de construcción de estrategias y planes en las sociedades, y de lograr movilizar a la sociedad en acciones concretas. Los esfuerzos combinados de una amplia gama de organizaciones, de reportes científicos y la cobertura de los medios de prensa en el mundo ha creado conciencia de la importancia de la adaptación al cambio climático, fomentando así un creciente número de respuestas de adaptación. Sin embargo, en general los esfuerzos han sido disímiles respecto de los recursos, valores, necesidades y percepciones considerados para su proceso de generación y ejecución (IPCC, 2014a).

Los gobiernos nacionales han asumido la coordinación de las medidas de adaptación y de articulación con los niveles subnacionales y locales de gobierno, lo que incluye la entrega de información y las políticas marco, la creación de marcos legales, las acciones para proteger a los grupos vulnerables y, en algunos casos, la prestación de apoyo financiero a los otros niveles de gobierno. Chile no ha sido la excepción. A menudo las agencias locales y los tomadores de decisiones se enfrentan a la complejidad de la adaptación careciendo de acceso a información de guía o de datos sobre las vulnerabilidades locales y los impactos potenciales. Por lo tanto, los vínculos entre los niveles nacionales y subnacionales de gobierno, así como

Coquimbo, CONAF

la colaboración y la participación de una amplia gama de actores interesados, son importantes para generar una adaptación efectiva (IPCC, 2014a). Nuestro país ha hecho esfuerzos considerables para mejorar estos canales de comunicación y facilitar la toma de decisiones a escala local, sin embargo aún tenemos un largo camino por recorrer (Aldunce y otros, 2014).

Debido a su naturaleza compleja, diversa y dependiente de los contextos físicos y sociales de las distintas comunidades, los enfoques para el diseño e implementación de la adaptación son múltiples. Sin embargo, la literatura sugiere que la mejor aproximación consiste en acoplar mejoras adaptativas en infraestructura y tecnología con los esfuerzos para mejorar la resiliencia de los ecosistemas, fortalecer la gobernanza, propender al bienestar y aportar a la resiliencia en comunidades locales. El verdadero desafío, por lo tanto, es valerse de los problemas del cambio climático para encontrar oportunidades de transformar los sistemas socioecológicos en vías de desarrollo, y así mejorar las condiciones de vida. Se requerirá de visiones compartidas y de la voluntad de devolver la influencia a las comunidades locales para la toma de decisiones necesarias para el desarrollo de capacidades de adaptación (Adger y otros, 2011).

Por sobre todo, el cambio climático es un proceso que debe ser enfrentado de manera conjunta; y una de las principales lecciones aprendidas es que, para que las responsabilidades sean efectivamente compartidas entre los diferentes actores, se deben acordar en procesos participativos que fomenten la resiliencia y el aprendizaje social (Aldunce y otros, 2016b).

4.2. Avances a la fecha en Chile

La preocupación en nuestro país se ha incrementado sostenidamente, a la par de las tendencias internacionales. Desde la aprobación del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2008-2012, que por primera vez articuló la acción del sector público para enfrentar este fenómeno, estableciendo las líneas de acción principales para la adaptación, mitigación y creación y fomento de capacidades del país, se han puesto en marcha medidas concretas. Por su parte, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, que derivó del PANCC 2008-2012, ha servido como herramienta para guiar la acción nacional en materia de adaptación, específicamente de los sectores que fueron priorizados en el PANCC. De la misma manera, la Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015 ha incorporado acciones específicas en el ámbito de la adaptación, que comprometen al país ante sus pares internacionales. Sin embargo, a pesar de que hemos avanzado consistentemente, aún quedan importantes brechas de las cuales debemos hacernos cargo. A continuación se describen los avances alcanzados en adaptación para cada sector.

4.2.1. Sector Recursos Hídricos

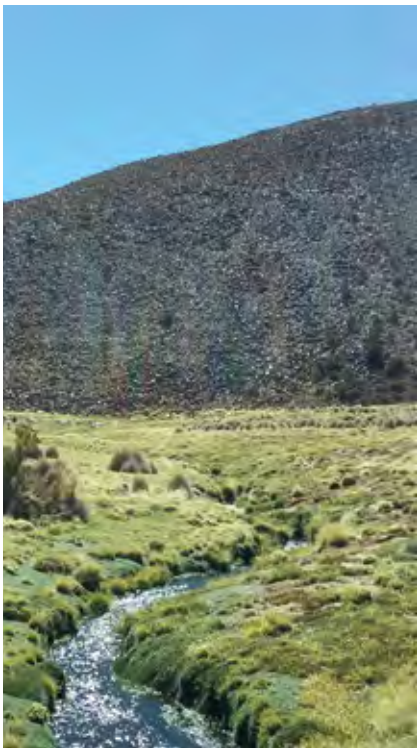
El sector ha avanzado de manera heterogénea, ya que, a pesar de que aún no se cuenta con un plan de adaptación sectorial aprobado, dada la transversalidad del tema y su importancia para todos los sectores y la necesidad de adaptarse a efectos que ya empiezan a ocurrir, se ha generado una gama de medidas o procesos, en distintas escalas espaciales, que ya se han puesto en marcha. Un ejemplo es el funcionamiento de un número importante de plantas desalinizadoras, especialmente en el norte del país, en respuesta a las deficiencias de agua en esa zona (ver Tabla 3-4). También se está llevando a cabo un análisis crítico de las redes de monitoreo de acuíferos para configurar un programa nacional de monitoreo, ambas actividades contempladas específicamente para este sector en el contexto del PANCC 2008-2012.

Nubia Briceño Leiva.

Tabla 3-4. Síntesis de plantas desalinizadoras construidas y proyectadas en Chile

Uso	N° total de plantas	Estado de operación	N° de plantas según estado
Agua potable	8	En operación	4
		En construcción	0
		Aprobado	1
		En calificación	3
		Factibilidad	0
Agua potable rural	4	En operación	4
		En construcción	0
		Aprobado	0
		En calificación	0
		Factibilidad	0
Minería	23	En operación	11
		En construcción	2
		Aprobado	4
		En calificación	2
		Factibilidad	4
Industrial	1	En operación	1
		En construcción	0
		Aprobado	0
		En calificación	0
		Factibilidad	0

Fuente: Basado en datos de DGA, 2015



Andrés Huanca.

Los desafíos del cambio climático fueron incluidos explícitamente en la nueva política de recursos hídricos del país, que se lanzó el año 2015. La designación de un delegado presidencial de Recursos Hídricos para los niveles nacional y regional, así como la creación de la Comisión Permanente de Recursos Hídricos y Desertificación en la Cámara de Diputados, y de la Comisión Especial sobre Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado, también se han vinculado directamente con los desafíos que el cambio climático plantea para el futuro.

Sin ser parte de planes o estrategias directamente diseñadas para enfrentar el cambio climático, los objetivos originales de otras actividades e instrumentos permiten aplicarlos a este contexto. Por ejemplo, se ha activado el uso de decretos de catástrofe, decretos de emergencia agrícola y decretos de escasez para enfrentar eventos extremos relacionados con la variabilidad climática, que o bien entregan recursos e insumos para casos de emergencias como inundaciones o sequías, o bien permiten la aplicación de medidas extraordinarias en derechos de agua y con organizaciones de usuarios del agua (OUA) por parte de la Dirección General de Aguas (DGA), en beneficio del consumo humano. Además, se han implementado talleres o programas de concientización para el uso eficiente del agua a diversas escalas, algunas empresas sanitarias han desarrollado planes para la temporada estival, y las empresas hidroeléctricas han hecho planes de contingencia para episodios críticos.

Un ejemplo de lo que ocurre a escala local es el modo como se ha recogido y sistematizado una serie de medidas implementadas en la cuenca del Aconcagua para enfrentar la megasequía (ver Recuadro 3-1). Se identificó una amplia diversidad de acciones provenientes de distintos tipos de actores, desde medidas que abarcan aspectos sociales —como campañas de concientización para el uso eficiente y cuidado del agua por parte de organizaciones sociales y grupos familiares, la organización de mesas del agua provinciales para la coordinación de acciones en la pequeña agricultura y agua potable rural, lideradas por el Gobierno Provincial de San Felipe, el desarrollo de baños secos para el saneamiento a escala local en la comuna de Santa María—, hasta medidas de infraestructura convencionales para aumentar la eficiencia del riego por parte de agricul-

tores. La evaluación participativa de estas medidas evidencia la necesidad de mejorar la inclusión de los actores locales en el proceso completo de las medidas, desde su diseño hasta su monitoreo, la consideración de sus implicancias ambientales y la coordinación con otras políticas y proyectos (Aldunce y otros, 2016a).

Una iniciativa destacada en el sector de las cuencas, tanto por su enfoque sistémico como por la inclusión de diversos actores del territorio, es el proyecto MAPA, cuyo objetivo fue articular el desarrollo de un plan de adaptación en la cuenca del río Maipo a partir del análisis de las vulnerabilidades de los diferentes tipos de usuarios del agua; para ello se creó un grupo de construcción de escenarios y validación de supuestos, integrado por actores locales y expertos temáticos, que permitió desarrollar modelaciones de distribución de recursos hídricos y de oferta/demanda, y de esta forma proponer medidas de adaptación al cambio climático enfocadas en la mantención de la seguridad hídrica de la cuenca, compatibilizando el bienestar humano y los diversos usos del territorio. Con respecto a la provisión, acumulación y distribución de recursos hídricos, algunas de las medidas consideradas en el proyecto son mejoras en los servicios de infraestructura gris y verde en la captación y regulación de aguas lluvia, la recarga artificial de acuíferos, la transferencia, revisión o reasignación de derechos de aprovechamiento y la protección de glaciares, entre otras.

El Plan de Adaptación de Recursos Hídricos, uno de los planes priorizados como política pública, se prepara para ser finalizado en 2018.

4.2.2. Sector Biodiversidad

En este sector se ha puesto énfasis en el levantamiento de información que permita la correcta toma de decisiones, generándose al mismo tiempo avances importantes en acciones concretas. Por ejemplo, se encuentra en proceso de diseño la definición de objetivos nacionales de conservación que incluyan las incertidumbres climáticas; se inició la restauración ecológica en ciertas áreas protegidas del país y se está llevando a cabo un proyecto del GEF y del Banco Mundial sobre manejo sustentable de la tierra, enfocado en facilitar la conservación a escala local (Aldunce y otros, 2014).

Chile ha dirigido sus esfuerzos a la mantención del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), a través del cual se protege activa y constantemente una superficie aproximada de 14,5 millones de hectáreas, el 19,2% del territorio continental del país. Además, ya está diseñada una red de monitoreo de biodiversidad y cambio climático, que estableció el marco conceptual, los indicadores, el protocolo de datos, los estándares de calidad y los requerimientos de software y hardware para su futura implementación (MMA y otros, 2016). Es necesario, de todas formas, seguir avanzando en la vinculación con otros sectores, puesto que la biodiversidad recibe impactos provenientes de múltiples actividades económicas.

El lanzamiento del Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad en 2014 fue un importante logro del sector en lo que respecta a las políticas públicas, porque, junto con avanzar en la conservación de la biodiversidad, permite cumplir parte de los compromisos internacionales que Chile adoptó al ratificar el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la CMNUCC. Este plan sectorial, que se materializó gracias a la labor del Departamento de Cambio Climático y la División de Recursos Naturales y Biodiversidad, busca fortalecer las capacidades de la institucionalidad ambiental pública, privada y de la sociedad civil, así como proporcionar un marco coherente y oportuno que guíe las acciones destinadas a la protección de la biodiversidad (MMA, 2014b).

Gabriela Soto.

Por su parte, la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB) 2011-2020 de Chile considera como eje central para su actualización las Metas de Aichi para la Biodiversidad, las que en sus objetivos 10 y 15 incorporan explícitamente el cambio climático (MMA, 2014b). Como parte de los ejes estratégicos del Plan de Acción para la Implementación de la ENB (2005) se establecen, entre otros, la conservación y restauración de ecosistemas, la preservación de especies, la promoción de prácticas productivas sostenibles y la creación de mecanismos de adecuada gestión de la biodiversidad (CONAMA, 2005). El Plan de Adaptación es un aporte para la identificación, el diseño y la implementación de acciones de política pública orientadas a disminuir los impactos del cambio climático sobre ecosistemas y especies, lo que contribuye a generar sinergias entre las acciones de protección y gestión de la biodiversidad, y las acciones de adaptación y mitigación del cambio climático (MMA, 2014a). Debido a la complejidad del sistema de impactos y amenazas antrópicas sobre el clima y la biodiversidad, el plan propone concentrar las medidas de adaptación en tres grupos, para así robustecer la capacidad adaptativa de los ecosistemas vulnerables y mantener los servicios beneficiosos que estos aportan a la humanidad (MMA, 2014a): i) reducir el estrés antropogénico sobre ecosistemas y especies; ii) reducir el estrés bioclimático sobre ecosistemas, especies o hábitats, y iii) fortalecer las capacidades de manejo a través de actividades de investigación, monitoreo e información.

Gabriela Soto.

En el reporte parcial del Plan de Adaptación Nacional al Cambio Climático elaborado por el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) en 2015 se señala que, de las cincuenta medidas específicas consignadas en el plan para Biodiversidad, 34 ya poseen algún grado de implementación, un gran avance considerando que era el primer año de puesta en marcha de este plan sectorial. En el reporte también se identifica una serie de obstáculos a la ejecución de las medidas, como la falta de financiamiento y de capital humano, la falta de experiencia técnica en temas específicos del sector, y la poca incidencia en los organismos públicos y de la sociedad civil (MMA, 2015). En esta sección el foco ha estado en el análisis de las medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de los ecosistemas y la biodiversidad que albergan. Sin embargo, es importante también reconocer que los propios ecosistemas generan un servicio (similar al que proporciona la infraestructura) que puede ser una medida de adaptación para otros sectores o sistemas. Este concepto —adaptación basada en ecosistemas— ha empezado a ser estudiado con mayor detalle, tal como lo muestran las experiencias que se presentan en el Recuadro 3-3.

Recuadro 3-3. Experiencias de adaptación basada en ecosistemas en Chile

Adaptación basada en ecosistemas

La adaptación basada en ecosistemas se define como la utilización de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a los sistemas humanos a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, reduciendo su vulnerabilidad y aumentando la resiliencia de los sistemas humanos y naturales (Raza Rizvi y otros, 2014). En Chile, además de las acciones en el sector Biodiversidad, se están desarrollando experiencias con esta perspectiva que han comenzado a cambiar el paradigma a través del cual gestionamos nuestros recursos.

Ecosistemas para la Protección de Infraestructura y Comunidades (EPIC): el rol de los bosques de alta montaña en la Región del Biobío[11]

El proyecto EPIC, liderado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, busca el reconocimiento, promoción y conservación de los servicios ecosistémicos como parte integral de diversas instancias nacionales e internacionales para la reducción del riesgo de desastres. En Chile se implementa en la Reserva de la Biósfera Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja, en la Región del Biobío, con apoyo del MMA y de la SEREMI del Medio Ambiente de la Región, y lo lleva a cabo el Instituto de Investigación de la Nieve y las Avalanchas de Suiza, junto con el Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio de la Universidad Austral de Chile. El proyecto promueve la gestión de la Reserva de la Biósfera con un enfoque en la reducción del riesgo de desastres, en la adaptación al cambio climático y en la planificación territorial por medio de la investigación del papel de los bosques nativos y sus servicios ecosistémicos en la protección contra fenómenos naturales como las avalanchas de nieve, planteando alternativas para el manejo y conservación de estos bosques, a la vez que busca contribuir a la valoración del patrimonio natural en zonas de montañas y los servicios que este provee a la sociedad, particularmente a las comunidades locales, así como a la reducción del costo asociado a estos eventos (UICN, 2015).

Parque Nacional Villarrica, CONAF.

Programa Vino, Cambio Climático y Biodiversidad: compatibilizar la conservación de la naturaleza con la industria

El Programa Vino, Cambio Climático y Biodiversidad (www.vccb.cl) es una iniciativa científica del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y de la Universidad Austral de Chile, que surge en 2008 para compatibilizar la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de la industria vitivinícola chilena, que ha tenido un auge significativo en los últimos años. Esta se concentra en la zona central, donde el clima mediterráneo y los suelos profundos han colaborado con su éxito sostenido. Sin embargo, la zona también concentra una gran parte de nuestra biodiversidad y población, así como otras actividades que intervienen en los sistemas naturales, y donde además se pronostican impactos significativos debido al cambio climático, todo lo cual propicia un escenario riesgoso tanto para los sistemas humanos y naturales como para la industria en el largo plazo. En este contexto, el programa contempla una serie de actividades que buscan disminuir el impacto de la producción vitivinícola en la zona, entre ellas la investigación de la potencialidad de los ecosistemas para prestar servicios a la industria del vino frente a diversos escenarios climáticos y cambio de uso de suelo, proponer manejos productivos que disminuyan el perjuicio a la biodiversidad y servicios ambientales, difundir y educar

[11] *Ver www.iucn.org/es/content/ecosistemas-para-la-protecci%C3%B3n-de-infraestructura-y-comunidades.*

Parque Nacional Volcán Isluga, CONAF.

sobre las bondades de los ecosistemas, promover la generación de áreas de protección de la biodiversidad dentro de las viñas y colaborar en programas de conservación de ecosistemas mediterráneos (MMA, 2014b).

Un ejemplo de las actividades de este programa es el proyecto "Manejo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos para mejorar la resiliencia de la producción vitivinícola chilena", cuyo objetivo es aumentar la resiliencia frente a los impactos del cambio climático y otros impactos antrópicos, tanto de los sistemas de producción vitivinícola como de los ecosistemas que los albergan, a través de la conservación de los servicios ecosistémicos por medio de manejos sustentables y del fortalecimiento del Código Nacional de Sustentabilidad de Vinos de Chile, para el desarrollo de una política de sustentabilidad industrial nacional (ODEPA, 2015).

Fondos de Agua: promover la seguridad del agua en la cuenca[12]

El aprovisionamiento de agua es uno de los servicios ecosistémicos clave para la humanidad, por lo que resulta preponderante otorgarle a la infraestructura verde el valor y la protección que se merece. Para lograrlo ha sido imprescindible generar herramientas económicas como los Fondos de Agua, que permitan la protección de las cuencas para mantener el suministro hídrico. Haciendo uso de estos fondos, la ONG The Nature Conservancy ha promovido la adaptación al cambio climático basada en ecosistemas. La organización reconoce que los Fondos de Agua han permitido desarrollar un mecanismo para la planificación y acción en el largo plazo que incluye a los sistemas naturales, que recoge la opinión de distintos actores interesados y que faculta el monitoreo. Además, señala que si bien la adaptación basada en ecosistemas no previene los eventos perjudiciales del cambio climático, sí reduce el riesgo de desastre que generan (TNC, 2015).

Como base para la implementación de los Fondos de Agua es necesario contar con proyectos de conservación y restauración para ver en terreno el impacto de esta acción sobre el servicio de provisión de agua. Es así como en la Reserva Costera Valdiviana la Universidad Austral de Chile está llevando a cabo un estudio sobre restauración ecológica. Desde 2006 monitorea la cantidad y calidad del agua de doce cuencas de tamaño pequeño a mediano, donde predominan plantaciones de *Eucalyptus globulus Labill* que serán reconvertidas a bosques nativos mediante regeneración natural y artificial para evaluar la respuesta en el suministro hídrico (Little y Lara, 2010). Como referencia, predicen que por cada 10% que se logre recuperar de la cobertura de bosques nativos será posible incrementar en 14,1% los caudales totales de verano (Lara y otros, 2009).

[12] *www.mundotnc.org/donde-trabajamos/americas/chile/seguridad-del-agua.xml.*

4.2.3. Sector Silvoagropecuario

El sector Silvoagropecuario presenta uno de los mayores avances en términos de adaptación. Gracias a la implementación del PANCC 2008-2012 se generó un portafolio de medidas de adaptación, se evaluaron los impactos sociales, se sistematizaron políticas y estrategias de adaptación nacional e internacional, y se diseñó el Plan de Adaptación del Sector Silvoagropeacuario (2013). Además, el sector ha creado programas, fondos y subsidios para fomentar el uso eficiente de agua en la agricultura, y cuenta con un Sistema Nacional de Gestión del Riesgo Agroclimático y Emergencias Agrícolas en funcionamiento, que entrega información relevante sobre eventos climáticos a los agricultores del país.

El Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario, publicado en octubre de 2013, reconoce la adaptación del sector como un esfuerzo de largo plazo. Sus ejes de acción se concentran en el uso eficiente de los recursos hídricos, en el manejo del riesgo agroclimatológico, en el reforzamiento de la investigación y desarrollo, en el uso de nuevas variedades de cultivos, y en el control de plagas y enfermedades. El plan indica que muchos de los esfuerzos proyectados para anticiparse y adaptar los sistemas agrícolas al cambio climático corresponden a programas y políticas ya existentes, como la Ley de Riego, el Seguro Agrícola y el Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios. El plan consta de veintiún medidas específicas, de las cuales diecinueve se encuentran en algún estado de implementación y siete de ellas ya han finalizado.

En el marco de este Plan de Adaptación destacan dos proyectos: i) "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean region of O'Higgins", financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de Naciones Unidas, por un monto total de USD 9.960.000, que tiene por objetivo aumentar la capacidad de resiliencia de las comunidades agrícolas rurales en el secano costero e interior de la Región de O'Higgins, con respecto a la variación climática actual y a futuros cambios climáticos, y cuya implementación está pronta; y ii) el proyecto "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", financiado por el Fondo Chile México, por un monto total de USD 261.087, cuyo objetivo es establecer una cooperación técnica para el intercambio de mejores prácticas en la medición de huella de carbono y en plataformas de manejo de información de plagas y enfermedades, para generar alertas tempranas en productos de exportación no tradicionales adaptados a condiciones de escasez hídrica.

Vivero Putre, CONAF.

En el sector privado destaca el proyecto "Manejo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos para mejorar la resiliencia de la producción vitivinícola chilena", en el que participan las mismas noventa viñas nacionales del proyecto de zonificación y cambio climático mencionado en el Recuadro 3-3.

También enfocado en la zona central de Chile, destaca el proyecto MAPA descrito con anterioridad, que analizó la situación de sectores productivos y no productivos en la cuenca del río Maipo. Para el caso agrícola se evaluó el uso de múltiples medidas de adaptación. Según los resultados de este proyecto, se dispone de muchas medidas de adaptación en materia de riego. Los resultados indican que la combinación de instrumentos técnicos, legales y económicos es esencial para conseguir los objetivos de adaptación en el uso de los recursos hídricos.

A escala local se han recogido y sistematizado una serie de medidas implementadas en la cuenca del Aconcagua para enfrentar el evento de megasequía (ver Recuadro 3-1), donde el sector agropecuario es uno de los más importantes —y vulnerables— para la economía de la zona. Las medidas están principalmente enfocadas en la ampliación y mejora de infraestructura de riego a diversas escalas. También se han desarrollado otras de tipo legal o institucional, relacionadas por ejemplo con la ejecución de derechos de aprovechamiento en el contexto del Código de Aguas. Ejemplos de prácticas concretas en la zona son el reemplazo de cultivos de alta demanda hídrica, la implementación de riego tecnificado, la construcción de estanques de almacenamiento de agua, el revestimiento

de canales de riego, la profundización de pozos, la compra de agua y la coordinación de turnos de riego. La evaluación participativa llevada a cabo con aquellos que sufren directamente los impactos de la sequía en la zona o los que están de alguna manera involucrados en el problema evidencia que es necesario avanzar en la inclusión de los actores locales en el proceso completo de las medidas, desde su diseño hasta su monitoreo, en la consideración de sus implicancias ambientales y en la coordinación con otras políticas y proyectos (Aldunce y otros, 2016a).

X Región, MMA.

4.2.4. Sector Pesca y Acuicultura

Los cambios climáticos observados en las últimas décadas desafían el potencial de los organismos marinos para adaptarse, por lo cual las actividades productivas asociadas al recurso deben considerar la vulnerabilidad del sector frente a dichos cambios. En este contexto, el Plan Nacional de Adaptación en Pesca y Acuicultura, aprobado en 2015, y que apoya la implementación de planes de manejo a escala local, regional y nacional, tiene como fin fortalecer la capacidad de adaptación del sector considerando un enfoque precautorio y ecosistémico. Además, plantea trabajar en investigación orientada a evaluar los impactos del cambio climático desde el monitoreo a la modelación, incluyendo componentes de manejo de los recursos pesqueros. Así también, propone incorporar un componente de educación y capacitación en las materias pertinentes al sector, y avanzar en el fortalecimiento del marco normativo, político y administrativo que permita abordar de manera adecuada los desafíos del cambio climático. Finalmente, se definen medidas de adaptación específicas tales como la adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal, la implementación de sistemas de seguros para acuicultores y pescadores de pequeña escala enfrentados a eventos climáticos extremos, y avanzar en desarrollos tecnológicos para que la actividad salmonera sea más sustentable, entre otras medidas.

4.2.5. Sector Energía

Se espera que el cambio climático tenga impacto en los caudales y por ende en la explotación del potencial hidroeléctrico, que tenderían a disminuir en la zona centro-sur y sur del país. También podría producir efectos importantes en la operación de las centrales térmicas, reduciendo la producción de electricidad debido a una disminución en la habilidad del proceso de enfriamiento requerido en estas centrales por la poca disponibilidad de agua. Asimismo, un potencial cambio en los patrones de viento podría tener efectos relevantes en la operación de las centrales eólicas.

Si bien se requieren estudios más detallados para precisar la magnitud de estos efectos, parece claro que van a tener repercusiones en las decisiones estratégicas de inversión de las empresas generadoras. Por ejemplo, si se considera que en la zona central disminuirá la disponibilidad de agua, podría ser más atractivo invertir en una nueva central eólica que en una nueva central hidráulica, si se comprobara que aumentará significativamente la disponibilidad de viento en una zona. Para tomar este tipo de decisiones con exactitud se requiere de estudios que modelen correctamente el sistema eléctrico chileno y que incorporen el efecto del cambio climático sobre la generación de energía. Una primera aproximación en este sentido es el trabajo realizado en el marco del proyecto MAPS por el Centro de Cambio Global, en el que se analizan escenarios de mitigación para el sector eléctrico. En dicho

trabajo (CCGUC, 2014b) se combinan los resultados de escenarios futuros de generación hidroeléctrica basados en modelos hidrológicos (modelo WEAP) con modelos de planificación energética a largo plazo (modelo LEAP) para definir rangos de incertidumbre atribuibles al cambio climático en relación con futuros escenarios de mitigación de GEI.

Pese a los esfuerzos incipientes en el sector, es necesario ordenar los análisis y promover el desarrollo de un plan de adaptación sectorial.

El Plan de Adaptación del Sector Eléctrico, que fue priorizado en el Plan Nacional de Adaptación, define algunas de las líneas de trabajo, entre las que se encuentran levantar y monitorear patrones de consumo energético, masificar el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, financiar campañas masivas y programas educacionales de eficiencia energética, estimular la integración de las ERNC en la producción de las empresas generadoras del sistema, y fomentar la incorporación y el uso residencial de la energía solar tanto en edificios como en casas. El plan para este sector finaliza en 2018.

4.2.6. Sector Infraestructura

Las condiciones climáticas influyen en el desempeño de la infraestructura tanto como en su planificación, diseño y operación. La infraestructura de conectividad y protección, por ejemplo, debe tomar en cuenta los potenciales impactos sobre la provisión de los servicios prestados ante cambios en la frecuencia y magnitud o intensidad de los eventos extremos. También los posibles cambios en la oferta y demanda de recursos hídricos, que definen en parte el tipo y diseño de las obras que se implementan. Entonces, es necesario tomar medidas para adaptar los servicios de infraestructura al cambio climático. El Plan Nacional de Adaptación para el Sector Infraestructura propone los siguientes lineamientos: i) incorporación de análisis de impactos del cambio climático en la evaluación de obras de infraestructura y metodología para infraestructura específica; ii) sistema de monitoreo de las obras de infraestructura; iii) planes regionales de contingencia frente a la destrucción de infraestructura mayor, mapas de vulnerabilidad y zonas de riesgo; iv) desarrollo de infraestructura y defensas para la protección de la vida de las personas y los bienes en sectores de borde marítimo y cauces; v) desarrollo de la infraestructura de riego, regulación (grandes obras, recarga de acuíferos), conducción (obras medianas), nuevas fuentes y tecnificación, y vi) identificación de nuevos requerimientos de infraestructura producto de la nueva climatología que sea efecto del cambio climático.

4.2.7. Ciudades

En Chile más de cuarenta ciudades superan los 50.000 habitantes, pero con muy diversos tamaños, posición geográfica, funciones y nivel de preparación frente a los desafíos del cambio climático. La mayor atención en términos de generar bases para adaptarse al cambio climático se la ha llevado la ciudad de Santiago, con proyectos como Risk Habitat Mega City,[13] Climate Adaptation Santiago (CAS) y el proyecto MAPA, que analizan medidas de adaptación específicas para el contexto de las ciudades en relación con los recursos hídricos (oferta y demanda de agua), la infraestructura o la salud. Además, la preocupación de organismos internacionales como el BID se ha manifestado en la provisión de fondos (a través de la SUBDERE y los municipios correspondientes) para realizar

Santiago, Francisca Pérez.

[13] *Para más información ver www.ufz.de/export/data/29/39249_englisch_mc_neu4.pdf.*

Parque Bicentenario, Karina Bahamondes.

estudios sobre desarrollo urbano y cambio climático en ciudades grandes. Destaca la consultoría de la empresa IDOM para la ciudad de Valdivia (2013), que además de estudios básicos sobre mitigación y adaptación revisó aspectos como la huella urbana e histórica de la ciudad y los escenarios de crecimiento urbano. Hoy se están estudiando las ciudades de Puerto Montt y La Serena-Coquimbo.

En el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático el tema urbano es un elemento relevante y estratégico para enfrentar los impactos del cambio climático, por lo cual fue uno de los sectores priorizados y se estableció que requería de un Plan de Adaptación. Por ello el MMA encargó el estudio "Adaptación urbana al cambio climático. Propuesta para la adaptación urbana al cambio climático en capitales regionales de Chile" (MMA, 2014), que, centrado en las capitales regionales, realiza una descripción climática de cada una de ellas de acuerdo con los comportamientos de las precipitaciones y las temperaturas; también caracteriza la demografía y aborda la capacidad de respuesta de cada ciudad frente a las amenazas del cambio climático mediante una encuesta a actores locales. Desde inicios de 2016 se está trabajando multisectorialmente en la formulación del Plan de Adaptación para Ciudades.

Por su parte, el trabajo de Vásquez (2016) aborda el tema de la infraestructura verde y los servicios ecosistémicos del río Mapocho en Santiago y su área adyacente. Se evalúan tres servicios ecosistémicos clave del corredor ribereño: su efecto enfriador, como ruta para el transporte no motorizado y la regulación de inundaciones, todos aspectos clave de mitigación y adaptación ante el cambio climático. Los resultados señalan que el servicio más importante del corredor es la mitigación de emisiones de gases invernadero al servir de ruta para el desplazamiento no motorizado, especialmente en bicicleta. La consolidación de una infraestructura verde asociada a este curso hídrico puede contribuir a mejorar la provisión de servicios ecosistémicos y de esta forma transformarse en una importante medida de mitigación y adaptación al cambio climático en Santiago.

Otro aporte interesante está relacionado con la planificación y la reflexión teórica sobre la adaptación urbana (Barton e Irarrázabal, 2016). El estudio se estructura en dos partes: la primera corresponde a un análisis postestructural del concepto de riesgo urbano, así como de los conceptos de planificación, gestión y adaptación, mientras que la segunda revisa la inclusión de riesgos hidrometeorológicos en la planificación urbana en Antofagasta, Coquimbo-La Serena, Valparaíso, Santiago y Concepción. La conclusión es que aún hay trabajo pendiente en investigación, en política pública y en intervenciones específicas.

En el Informe Nacional de Chile a Habitat III se incorporó el tema de cambio climático destacando relación del ordenamiento territorial con la resiliencia de nuestras ciudades, tanto en materia de prevención y mitigación de los riesgos naturales, como de los sistemas y procesos de reposición y reparación de sus efectos, planteándose como meta incorporar en la planificación la reducción del riesgo de desastres, con una gestión integral de los mismos, de manera de reducir o evitar las pérdidas que ocasionan en vidas humanas, bienes sociales, económicos y ambientales.

4.2.8. Sector Salud

El sector ha mostrado un avance significativo desde la 2CN puesto que se ha generado información relevante para la toma de decisiones y se han puesto en marcha acciones específicas para la adaptación. Por ejemplo, se han desarrollado jornadas científico-públicas para el análisis de enfermedades de vectoriales como el dengue, el chikungunya y el zika, focalizadas en el norte del país, donde el riesgo de aparición de este tipo de enfermedad es más alto por las condiciones de humedad y la cercanía con fronteras internacionales; asimismo, se diseñó una serie de medidas para el control del *Aedes aegypti*, como la instalación de ovitrampas y larvitrampas, junto a estrategias integradas para la prevención y el control de la enfermedad.

Se ha avanzado en el diseño del plan nacional sectorial, que ya fue sometido a consulta pública y que será aprobado durante el segundo semestre de 2016. En el documento se señala que tanto las funciones como las atribuciones de la institucionalidad actual son suficientes para enfrentar el eventual aumento en la demanda producto del cambio climático, aunque reconoce que esa institucionalidad es vulnerable a demandas de aparición súbita. De esta forma, se plantea que las acciones de adaptación deben referirse a los programas y líneas de trabajo que emanan de las funciones de la institucionalidad, y agregar nuevas líneas y programas que incorporen explícitamente los cambios vinculados al clima, o potenciar aquellas que ya sean pertinentes (MINSAL, 2015).

El plan se enfoca en ocho ejes de acción que plantean acciones en el corto, mediano y largo plazo: i) fortalecimiento de la institucionalidad, creando una unidad de Coordinación Ejecutiva encargada de articular y dar seguimiento a las diversas acciones del plan; ii) fortalecimiento del capital humano, capacitando a las unidades y los departamentos pertinentes en cambio climático y sus impactos en la salud; iii) generación de estudios que permitan seguir avanzando en el conocimiento de los efectos del cambio climático en la salud de la población; iv) vigilancia, asegurando la medición continua y estandarizada de indicadores asociados a variables ambientales que tienen relación con la salud de la población y el cambio climático; v) promoción de la salud en la ciudadanía, empoderándola y educándola en este tema; vi) mejora de la capacidad y calidad de respuesta de la institucionalidad frente a emergencias; vii) disminución de la vulnerabilidad, fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático y a sus impactos en la salud, de aquellos grupos identificados como vulnerables, y viii) atención en salud, asegurando la capacidad de respuesta de la institucionalidad ante eventuales cambios en el perfil de morbimortalidad de la población derivados de enfermedades emergentes y/o reemergentes como consecuencia del cambio climático (MINSAL, 2015).

En conclusión, el sector ha comenzado a trabajar para adaptarse a los impactos del cambio climático, y aunque las medidas de adaptación concretadas son aún pocas, el país está preparando el camino para los desafíos futuros que este fenómeno plantea.

4.2.9. Sector Turismo

No se registran iniciativas ni proyectos específicos en materia de adaptación en este sector, clave dentro del PANCC. Se espera finalizar el plan de adaptación en 2018. La primera etapa consiste en un análisis de la vulnerabilidad, de las capacidades adaptativas y de las opciones de adaptación del sector. Además, es fundamental crear capacidades en las instituciones en todos los niveles. La Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020 se considera el eje

PN Lauca, Jorge Herreros.

Isla de Pascua, MMA.

de la sustentabilidad del sector, aunque aborda sucintamente el tema del cambio climático (SERNATUR, 2014).

4.2.10. Zonas costeras

Si bien las zonas costeras no se han identificado como un sector prioritario para el desarrollo de un Plan de Adaptación Nacional, su vulnerabilidad y particularidades no son menores. Países con extensas costas y condiciones climáticas similares a las de Chile, como Australia y España, han desarrollado importantes avances. Por ejemplo, bajo el alero del proyecto "Cambio climático en la costa española" se crearon herramientas de libre acceso para la planificación y gestión integrada de las zonas costeras en un contexto de cambio climático (Gobierno de España, 2013). Aunque no se han definido medidas de adaptación en esta materia, se han producido los siguientes avances con respecto a la 2CN, los que pueden servir de insumos para definir medidas de adaptación:

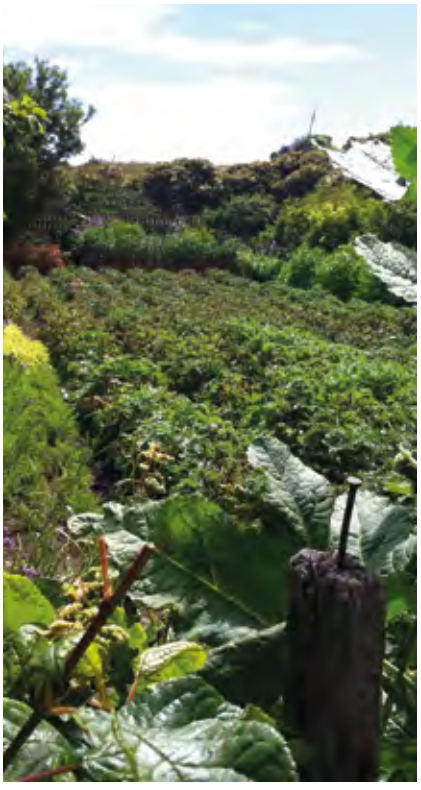
- Se han mejorado los cálculos de las tasas de cambio del nivel medio del mar (NMM), y se dispone de una representación del litoral continental y de Isla de Pascua. Con ese fin se usaron los registros de larga data de los mareógrafos dispuestos por la Armada y se ajustaron modelos y datos de altimetría satelital. Algunos trabajos muestran que es necesario incluir en estos análisis los efectos isostáticos (tectónicos y telúricos), dado que alteran en forma significativa las tasas de cambio del NMM, en algunos casos logrando revertir el efecto del cambio climático. No existen antecedentes de lo que ocurre en sectores como Puerto Montt, Aisén, Punta Arenas o la isla Juan Fernández. Gracias a la reciente ampliación de la Red Mareográfica Nacional de la Armada la infraestructura de registro in situ es adecuada para monitorear los cambios del nivel del mar a lo largo del país.
- Un aspecto novedoso desde la 2CN fue que se incorporó la preocupación por las alteraciones del oleaje incidente a nuestras costas y un eventual aumento e intensidad de las marejadas. Desafortunadamente, aún no se cuenta con una red de monitoreo permanente del oleaje en aguas intermedias y someras que permita evaluar en el tiempo lo que ocurrirá con este factor, lo que puede tener consecuencias en actividades portuarias, de comercio marítimo y turísticas.
- En los últimos años varios trabajos han abordado la preocupación creciente por los efectos sobre la pesca y la acuicultura, pero se han focalizado en la zona sur y austral del país.

4.2.11. Otros avances relevantes

Otras acciones relevantes para contribuir a la adaptación al cambio climático provienen de la escala comunal. Chile ha progresado significativamente en la gestión ambiental local, entre otros motivos porque incorpora los impactos del cambio climático a sus preocupaciones. Este enfoque se evidencia en la creación de la Red de Municipios ante el Cambio Climático, integrada hoy por diecisiete municipios; en la generación de estrategias comunales para enfrentar el cambio climático, como el caso de la Municipalidad de La Pintana, en la Región Metropolitana, o en la formación de organizaciones como Valle Resiliente, de la comuna de Santa María, en el valle del río Aconcagua, que busca aumentar la resiliencia de una comunidad muy vulnerable a los efectos de la sequía. El Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y el Programa Barrio Sustentable, ambos pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente, han contribuido significativamente a impulsar este tipo de iniciativas locales, al dar soporte a las municipalidades para enfrentar los problemas asociados al cambio climático de una manera participativa e integral.

A escala nacional, el MMA, a través de Adapt-Chile, desarrolló el proyecto "Definición de indicadores de cambio climático y del proceso de adaptación", que propone un conjunto de indicadores para evaluar la vulnerabilidad del país y los avances en la adaptación, lo que permitirá contribuir al análisis de vulnerabilidad climática y adaptación en las regiones del país y apoyar la toma de decisiones y el seguimiento de proyectos, programas y/o planes relacionados. Al mismo tiempo, recientemente finalizó el proyecto "Propuesta de marco legal e institucional para abordar el cambio climático en Chile", que buscaba generar discusión sobre la necesidad de contar con una Ley de Cambio Climático para nuestro país.

Cumpliendo con lo establecido en el Plan Nacional de Adaptación, en el segundo semestre de 2016 se evacuó el primer reporte anual de avance de dicho plan, incluyendo a los planes sectoriales que ya están en marcha. Dicho informe es el resultado del trabajo del Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático, y del Departamento de cambio climático y presenta la información respecto del estado de implementación de cada una de las acciones incluidas en dichos planes.



Karina Bahamondes.

4.3. Desafíos y oportunidades en adaptación al cambio climático

Como ni el Plan Nacional de Adaptación ni los planes sectoriales aprobados cumplen todavía su primer ciclo de implementación, no han sido evaluados, con lo que no es posible referirse a su efectividad. Sin embargo, representan el primer esfuerzo de adaptación planificada en Chile, y junto con el eje de adaptación incluido en el PANCC 2008-2012 constituyen un logro en el contexto de la institucionalidad formal del ámbito de la política pública de cambio climático en Chile. Además, son útiles para responder a los requerimientos y compromisos internacionales asumidos en esta materia.

Tan relevantes como los avances en instrumentos formales de gobernanza son las instituciones informales (acuerdos de la sociedad que no son incluidos en la normativa), que también forman parte de la gobernanza y que emergen espontáneamente de actores sociales. Para identificar y analizar estos esfuerzos se puede atender a lo sucedido en eventos extremos relacionados con el clima, que se espera aumenten en frecuencia y gravedad debido a las sequías y las inundaciones. Estos eventos, como la megasequía de la zona central de 2010-2015, o la inundación de Atacama en marzo de 2015, han abierto ventanas de oportunidad para medidas concretas, e incrementado también la concientización de la población respecto de estos temas, junto con su interés por participar de las soluciones a futuro. Estas instancias permiten estudiar las respuestas contenidas en acuerdos formales e informales.

Archivo MMA.

Si bien en Chile se han llevado a cabo numerosas acciones, es necesario avanzar la complementar las medidas *top down*, generalmente asociadas a acuerdos formales o normativa, con medidas o instituciones informales de tipo *bottom up*, para fomentar la participación de la sociedad en su conjunto, sin perder la rigurosidad en el tratamiento del fenómeno físico.

Por otra parte, una de las principales necesidades de nuestro país, y que representa también un vacío relevante en la literatura y la práctica, es la evaluación de la adaptación, para así retroalimentar los procesos y potenciar las experiencias exitosas y evitar la "mala adaptación". Aldunce y otros (2014) proponen introducir el concepto de gestión adaptativa, camino que ya se ha empezado a recorrer mediante la generación de indicadores, pero todavía falta que sean utilizados oportunamente y con la flexibilidad necesaria para hacerse cargo de la dinámica intrínseca de los aspectos no solo biofísicos del cambio climático, sino también de los sociales. Nuestro país requiere institucionalizar la asignación de recursos para la implementación de medidas y acciones concretas, contar con presupuestos transparentes que consideren las necesidades reales de cada cartera ministerial, y facilitar la adaptación desde la perspectiva del enfoque de desarrollo (*development first approach*), que es una aproximación basal y planificada centrada en las metas, las preocupaciones y los quehaceres sectoriales.

Para llenar el vacío en la evaluación de la adaptación y responder a la carencia de estudios de adaptación local que incluyan actores y medidas más allá de lo formal, se desarrolló el proyecto Fondecyt "Moving towards adaptation to climate change: current practices developed in Chile, their usefulness, barriers to implementation, and opportunities for improvement" en el valle del Aconcagua (Aldunce y otros, 2016a). En las primeras etapas el proyecto recolectó información relativa a las medidas formales e informales para enfrentar la megasequía (ver Recuadro 3-1), que se compilaron en una base de datos y luego se evaluaron participativamente. Uno de los insumos más relevantes que surgió de esta evaluación fue que se pudo identificar a aquellos que diseñaron estas medidas y a quienes las implementaron a nivel local, junto con una serie de facilitadores y obstaculizadores que afectaban directamente esa implementación. Los facilitadores identificados fueron pertinencia, eficacia o logro de objetivos y replicabilidad, mientras que los obstaculizadores fueron inequidad, poca autonomía en la toma de decisiones, insuficiente articulación con políticas, programas y/o proyectos, y deficiente grado de protección del medio ambiente. Dichos obstaculizadores fueron analizados de manera participativa por los mismos actores locales, quienes, con el apoyo de científicos y en un proceso de co-construcción de conocimientos, propusieron una serie de recomendaciones que dan luces sobre la dirección que la implementación de la adaptación en la escala local debiese seguir (Tabla 3-5).

El proyecto MAPA también aporta con experiencias respecto del valor de los procesos participativos en la construcción de información relevante para el análisis de vulnerabilidad, impactos y medidas de adaptación. En dicho proyecto se creó un Grupo de Construcción de Escenarios (GCE) conformado por representantes relevantes de la cuenca del río Maipo provenientes del sector público, privado y de la sociedad civil (Ocampo-Melgar y otros, 2016).

Finalmente, desde el sector Silvoagropecuario, el primero en generar un Plan de Adaptación Nacional, emana una oportunidad de rescatar aprendizajes para la implementación de medidas en este y otros que se encuentran en distintos estados de avance. El sector Minería, por su parte, a pesar de no haber sido priorizado para el Plan de Adaptación representa una oportunidad interesante de analizar los potenciales beneficios del cambio climático, ya que es un sector con alta capacidad de inversión, capaz de financiar la investigación y de desarrollar tecnologías de vanguardia para lidiar con el cambio climático, solo que hasta el momento ha tenido muy poco avance; las mismas oportunidades podrían provenir del sector Turismo, en el que el cambio climático podría hacer surgir nuevos nichos de negocios.

En conclusión, en Chile la adaptación tanto planificada como espontánea al cambio climático se ha desarrollado a diversas escalas y a través de diversos mecanismos y actores. Si bien se está avanzando sostenidamente en la implementación de medidas, es necesario poner atención a las formas de control y retroalimentación de estos procesos, coordinar a los diversos actores involucrados fomentando su inclusión en los procesos de toma de decisión, y promover la multisectorialidad y la sinergia entre mitigación y adaptación, y con otros ámbitos de la política pública. El sector Silvoagropecuario es probablemente aquel que ofrece mayores oportunidades de aprendizaje dado el notable nivel de avance presentado, mientras que Turismo y Minería son los que presentan avances menores, por lo que ofrecen una amplia gama de oportunidades de inversión y desarrollo.

Tabla 3-5. Recomendaciones emanadas de actores locales del valle de Aconcagua para superar los obstáculos encontrados en la implementación de prácticas de adaptación para enfrentar la megasequía

Barrera	Recomendaciones
Inequidad	• Promover la organización y acción colectiva de los actores a escala local, para encontrar soluciones conjuntas que se ajusten a las necesidades locales, y que no perpetúen o generen inequidades entre la población. • Priorizar los usos del agua a partir de necesidades locales reales, evitando aproximaciones impuestas de arriba hacia abajo y promoviendo el beneficio colectivo por sobre el individual. • Informar sobre las herramientas que existen para disminuir la brecha de información entre la población y así minimizar conflictos, y generar nuevas instancias de resolución de conflictos que involucren activamente a los distintos usuarios del agua.
Escasa autonomía en la toma de decisiones	• Fomentar la toma de decisiones a escala local, descentralizando los recursos públicos otorgados para la ejecución de prácticas. • Mejorar la definición de roles y tareas para la implementación de las prácticas, con el fin de desconcentrar las decisiones, permitir una coordinación más efectiva entre actores y facilitar la toma de decisiones colectiva.
Insuficiente articulación de la práctica con políticas, programas o proyectos	• Promover instancias, buscar sinergias y fomentar la cooperación a partir de las experiencias en la implementación de prácticas de diversos actores. • Usar medios de información locales y redes sociales para difundir las iniciativas que se están llevando a cabo en la zona para enfrentar la sequía.
Deficiente protección del medio ambiente	• Establecer de manera participativa objetivos ambientales que den cuenta de las necesidades del territorio, y que luego puedan ser incorporados en el diseño de las prácticas de adaptación. • Promover la educación ambiental, formal e informalmente, con énfasis en los valores personales, familiares y comunitarios, con el fin de facilitar la incorporación de los temas ambientales en la planificación de las prácticas. • Priorizar la educación ambiental en los presupuestos públicos. • Desarrollar indicadores de éxito a escala doméstica y local, que permitan visualizar aquellas prácticas efectivas y replicarlas en distintas escalas de gestión o territorios. • Fomentar la interacción y coproducción de conocimiento entre la ciencia (academia), la comunidad y los tomadores de decisiones. • Promover que los eventos locales sean espacios educativos en los que se transfiera información medioambiental, y sean en sí mismos instancias consecuentes con la protección del medio ambiente.
Recomendaciones transversales	
• Poner a disposición y difundir a través de plataformas accesibles a toda la comunidad la información relevante, pública o privada, en materia hídrica y medioambiental, para reducir la asimetría de información. • Potenciar la participación de la comunidad durante todo el proceso de adaptación que se desea llevar a cabo, esto es elección, diseño, implementación y seguimiento.	

Fuente: Aldunce y otros

Bibliografía

Aceituno, P. (1989). "On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part II. Upper-air circulation". *Journal of Climate*, 2(4), pp. 341-355.

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16, pp. 268-281.

Adger, W. N., Borwn, K., Nelson, D. R., Berkes, F., Eakin, H., Floke C y otros (2011). "Resilience implications of policy responses to climate change". *WIRES Climate Change*, 2(5), pp. 756-766.

Adger, W. N., Arnella, N. W., Tompkins, E. (2005). "Successful adaptation to climate change across scales". *Global Environmental Change*, 15, pp. 77-86.

AGRIMED (Centro de Agricultura y Medio Ambiente) (2014). "Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido". https://issuu.com/agrimed_u.chile/docs/climate_change_atlas_smallsize

--- (2008). "Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Universidad de Chile, CONAMA.

Alarcón C., Cubillos, L., Norambuena, R., Quiñones, R., y González, E. (2013). "Desarrollo de un enfoque regional y propuestas de proyectos piloto de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura". Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Programa COPAS Sur-Austral.

Albrecht, F., y Shaffer, G. (2016). "Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century". *Journal of Coastal Research*. doi: http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00192.1.

Aldunce, P., Araya, D., Lillo, G., Maldonado, P., y Ramos, I. (2016a). "Prácticas de adaptación al cambio climático. Primera parte: sequía. Informe de resultados para habitantes del valle del Aconcagua". Proyecto Fondecyt P11140394-2014 y Proyecto Fondap-Conicyt 15110009.

Aldunce, P., Beilin, R., Handmer, J., y Howden, M. (2016b). "Stakeholder participation in building resilience to disasters in a changing climate". *Environmental Hazards*. Doi: 10.1080/17477891.2015.1134427.

Aldunce, P., Bello, F., Bórquez, R., Farah, M. L., Echeverría, I., Indvik, K., y otros (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., Neri, C., y Szlafsztein, C. (eds.) (2008). "Hacia la evaluación de prácticas de adaptación ante la variabilidad y el cambio climático". Belém: Núcleo de Meio Ambiente/U. Federal de Paraguay.

Álvarez M., Beyá, J., y Gallardo, A. (2016). "Comparación de análisis extremo uni y bivariado para marejadas recientes en Chile". XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Lima, Perú, 28 al 30 de septiembre.

An, C., Sepúlveda, I., y Liu, P. L. F. (2014). "Tsunami source and its validation of the 2014 Iquique, Chile, earthquake". *Geophysical Research Letters*, 41(11), pp. 3988-3994.

Aránguiz, R., González, G., González, J., Catalán, P. A., Cienfuegos, R., Yagi, Y., y otros (2016). "The 16 September 2015 Chile tsunami from the post-tsunami survey and numerical modeling perspectives". *Pure and Applied Geophysics*, 173(2), pp. 333-348.

Arriagada, R., Meckievi, S., Moraga, P., y Vasconi, P. (2016). "Contenidos mínimos y lineamientos metodológicos para la evaluación económica y social de una ley de cambio climático para Chile". Recuperado de www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2016/05/Contenidos-M%C3%ADnimosyEvaluaci%C3%B3n-Impacto.pdf.

Ayala, A., McPhee, J., y Vargas, X. (2014). "Altitudinal gradients, midwinter melt, and wind effects on snow accumulation in semiarid midlatitude Andes under La Niña conditions". *Water Resources Research*, 50(4), pp. 3589-3594. doi: 10.1002/2013WR014960.

Azócar, G. F., y Brenning, A. (2010). "Hydrological and geomorphological significance of rock glaciers in the dry Andes, Chile (27-33 S)". *Permafrost and Periglacial Processes*, 21(1), pp. 42-53.

Bakun, A., Csirke, J., Lluch-Belda, D., y Steer-Ruiz, R. (1999). "The Pacific Central American Coastal LME". En Q. Tang y K. Sherman (eds.). *Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim: Assessment, Sustainability and Management*. Malden, MA: Blackwell Science.

Bakun, Andrew, and Kenneth Broad. "Environmental 'loopholes' and fish population dynamics: comparative pattern recognition with focus on El Nino effects in the Pacific." *Fisheries Oceanography* 12.4-5 (2003): 458-473.

Bambach, N., Meza, F. J., Gilabert, H., y Miranda, M. (2013). "Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem". *Regional Environmental Change*, 13(6), pp. 1245-1257.

Barton, Jonathan R., Irarrázaval F. "Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana."Norte Grande 63 (2016): 87-110.

Beyá, J., Winckler, P. y Molina, M. (2013). Inundaciones costeras, más allá de los tsunamis. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*. 125(2), Número 2, pp. 63-81. (Incluido en *Revista Chilena de Ingeniería* N°469).

Biesbroek, G.R., Swart, R.J., Carter T.R., Cowan, C., Henrichs, T., Mela, H. y otros (2010). "Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies". Global Environmental Change, 20, pp. 440-450. Recuperado de www.pianc.org/downloads/climate%20change/Biesbrock%202010%20GEC%20Europe%20adapts%20to%20climate%20change.pdf.

Boisier, J. P., Rondanelli, R., Garreaud, R. D., y Muñoz, F. (2016). "Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile". *Geophysical Research Letter*, 43(1), pp. 413-421. doi: 10.1002/2015GL067265.

Bown, F., Rivera, A., y Acuña, C. (2008). "Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes". *Annals of Glaciology*, 48(1), pp. 43-48. doi: 10.3189/172756408784700572.

Bozkurt, Deniz, et al. (2016). "Impact of warmer eastern tropical Pacific SST on the March 2015 Atacama floods." *Monthly Weather Review*.

Brenning, A. (2005). "Geomorphological, hydrological and climatic significance of rock glaciers in the Andes of Central Chile (33-35 S)". *Permafrost and Periglacial Processes*, 16(3), pp. 231-240.

Brenning, A., y Azócar, G. F. (2010). "Statistical analysis of topographic and climatic controls and multispectral signatures of rock glaciers in the dry Andes, Chile (27-33 S)". *Permafrost and Periglacial Processes*, 21(1), pp. 54-66.

Brenning, A., y Trombotto, D. (2006). "Logistic regression modeling of rock glacier and glacier distribution: Topographic and climatic controls in the semi-arid Andes". *Geomorphology*, 81(1), pp. 141-154.

Brenning, A., Grasser, M., y Friend, D. A. (2007). "Statistical estimation and generalized additive modeling of rock glacier distribution in the San Juan Mountains, Colorado, United States". *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 112(F2). doi: 10.1029/2006JF000528.

Brito, J. L. (2009). *San Antonio: nuevas crónicas para su historia y geografía*. San Antonio: autoedición.

Bustos, J. (2013). "Estudio de la morbimortalidad y variabilidad climática asociada al cambio climático en Chile". Ministerio de Salud de Chile.

Cahuin, S. M., Cubillos, L. A., Escribano, R., Blanco, J. L., Ñiquen, M., y Serra, R. (2013). "Sensitivity of recruitment rates anchovy (Engraulis ringens) to environmental changes in Southern Peru-Northern Chile". *Environmental Development*, 7, pp. 88-101.

Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., Van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G. y otros (2014). "Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming". *Nature Climate Change*, 4(2), pp. 111-116.

Cai, W., Santoso, A., Wang, G., Yeh, S. W., An, S. I., Cobb, K. M. y otros (2015). "ENSO and greenhouse warming". *Nature Climate Change*, 5(9), pp. 849-859.

Campos-Caba, R. (2016). "Análisis de marejadas históricas y recientes en las costas de Chile". Memoria del proyecto para optar al título de Ingeniero Civil Oceánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso.

Campos-Caba, R., Beyá, J., y Mena, M. (2015). "Cuantificación de los daños históricos a infraestructura costera por marejadas en las costas de Chile". XXII Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica.

Casassa, G., Espizua, L. E., Francou, B., Ribstein, P., Ames, A., y Alean, J. (1998). "Glaciers in South America". En W. Haeberli, M. Hoelzle y S. Suter (eds.). *Into the second century of worldwide glacier monitoring: prospects and strategies*. París: United Nations Publications, pp. 125-146.

Catalán, P., Aránguiz, R., González, G., Tomita, T., Cienfuegos, R., González, J. y otros (2015). "The 1 April 2014 Pisagua tsunami: observations and modeling". *Geophysical Research Letters*, 42(8), pp. 2918-2925.

Catarino, A. I., de Ridder, González, M., y Gallardo, P. (2012). "Sea urchin Arbacia dufresnei (Blainville 1825) larvae response to ocean acidification". *Polar Biology*, 35, pp. 455-461.

Caviedes, C., y Waylen, P. R. (1998). "Respuestas del clima de América del Sur a las fases de ENSO". *Bulletin de l'Institut français d'études andines* [en línea], 27. Recuperado de www.redalyc.org/comocitar.oa?id=12627325.

Centro de Cambio Global UC (CCGUC) (2014a). "Propuesta de un portafolio de medidas para elaborar el plan de adaptación al cambio climático para la infraestructura. Informe Final". Santiago: Ministerio del Medio Ambiente.

--- (2014b). "Proyección escenario línea base 2013 y escenarios de mitigación de los sectores generación eléctrica y otros centros de transformación". Trabajo realizado en el marco del proyecto MAPS. Recuperado de www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2016/04/2013-MAP-SELEC-InformeFinalActualizado.pdf.

--- (2012). "Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP. Informe Final para el Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile". Recuperado de http://cambioglobal.uc.cl/en/component/docman/cat_view/6-proyectos.html.

--- (2011). "Fortalecimiento de capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático en Iberoamérica. Evaluación del impacto social del cambio climático en Chile". Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de http://cambioglobal.uc.cl/en/component/docman/cat_view/6-proyectos.html.

CCGUC y Centro de Investigación para la Gestión Integrada de Riesgos de Desastres (CIGIDEN) (2013). "Cambio climático. Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático". Pontificia Universidad Católica de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Medio Ambiente.

CEPAL (2012). La economía del cambio climático en Chile. Santiago: Naciones Unidas.

--- (2011). "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática". Estudio elaborado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria.

--- 2009. "La economía del cambio climático en Chile: síntesis."

Cheung, William WL, et al. (2009). "Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios." *Fish and Fisheries* 10.3: 235-251.

Church, J. A., Clark, P. U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A. y otros (2013). "Sea Level Change". *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Comisión Nacional de Riego (2011). *Manual para el desarrollo de grandes obras de riego*. Santiago: Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego.

--- (2010). *Manual para obras de aprovechamiento hidráulico*. Santiago: Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) (2005). "Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004-2015".

Contreras-López, M., Winckler, P., y Molina, M. (2012). "Implicancias de la variación del nivel medio del mar por cambio climático en obras de ingeniería costera de Chile". *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, 124(2), pp. 53-66.

Contreras-López, M., Winckler, P., Sepúlveda, I., Andaur, A., Cortés, F., Guerrero, C. y otros (2016). "Field Survey of the 2015 Chile tsunami with emphasis on coastal wetland and conservation áreas". *Pure and Applied Geophysic,* 173(2), pp. 349-367.

Cornwell, E., Molotch, N. P., y McPhee, J. (2016). "Spatio-temporal variability of snow water equivalent in the extra-tropical Andes Cordillera from distributed energy balance modeling and remotely sensed snow cover". *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(1), pp. 411-430. doi: 10.5194/hess-20-411-2016.

Cortés, G., Girotto, M., y Margulis, S. (2016). "Snow process estimation over the extratropical Andes using a data assimilation framework integrating MERRA data and Landsat imagery". *Water Resources Research* [en línea]. doi: 10.1002/2015WR018376.

Cortés, G., Girotto, M., y Margulis, S. A. (2014). "Analysis of sub-pixel snow and ice extent over the extratropical Andes using spectral unmixing of historical Landsat imagery". *Remote Sensing of Environment*, 141, pp. 64-78.

Cortés, G., Vargas, X., y McPhee, J. (2011). "Climatic sensitivity of streamflow timing in the extratropical western Andes Cordillera". *Journal of Hydrology*, 405(1-2), pp. 93-109. doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.05.013.

Daneri, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P., y Ulloa, O. (2000). "Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas". *Marine Ecology Progress Series*, 197, pp. 41-49.

Demaria, E. M. C., Maurer, E. P., Sheffield, J., Bustos, E., Poblete, D., Vicuña, S., y Meza, F. (2013a). "Using a gridded global data set to characterize regional hydroclimate in central Chile". *Journal of Hydrometeorology,* 14(1), pp. 251-265. doi: 10.1175/JHM-D-12-047.1.

Demaria, E.M.C., Maurer, E.P., Thrasher, B., Vicuña, S., y Meza, F.J. (2013b). "Climate change impacts on an alpine watershed in Chile: Do new model projections change the story?". *Journal of Hydrology*, 502, pp. 128-138.

Demaría, E., Gironás, J., y Vicuña, S. (2013c). "Metodología propuesta para la inclusión del cambio climático en la planificación de infraestructura. Aplicación a puentes. Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático". Pontificia Universidad Católica de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Medio Ambiente.

Dirección General de Aguas (DGA) (2015). *Atlas del agua Chile 2016*. Ministerio de Obras Públicas. Recuperado de www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx.

Duarte, C., Navarro, J. M., Acuña, K., Torres, R., Manríquez, P. H., Lardies, M. A. y otros (2015). "Intraspecific Variability in the Response of the Edible Mussel Mytilus chilensis (Hupe) to Ocean Acidification". *Estuaries and Coasts*, 38, pp. 590-598.

Duarte, C., Navarro, J. M., Acuña, K., Torres, R., Manríquez, P. H., Lardies, M. A y otros (2014). "Combined effects of temperature and ocean acidification on the juvenile individuals of the mussel Mytilus chilensis". *Journal of Sea Research*, 85, pp. 308-314.

Dussaillant, A., et al. (2010). "Repeated glacial-lake outburst floods in Patagonia: an increasing hazard?." *Natural hazards* 54.2: 469-481

Eakin, H., y Luers, A. L. (2006). "Assessing the vulnerability of social-environmental systems". *Annual Review of Environment and Resources*, 31, pp. 365-394.

Eriksen, S., Aldunce, P., Bahinipati, C., D'almeida, R., Molefe, J., Nhemachena, C. y otros (2011). "When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for sustainable adaptation". *Climate and Development*, 3(1), pp. 7-20.

Falvey, M., y Garreaud, R. D. (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. doi:10.1029/2008JD010519.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2014). The State of the World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges. Recuperado de www.fao.org/3/a-i3720e.pdf.

Farías, M., Vargas, G., Tassara, A., Carretier, S., Baize, S., Melnick, D., y Bataille, K. (2010). "Land-level changes produced by the Mw 8.8

2010 Chilean earthquake". *Science*, 329(5994). doi: 10.1126/science.1192094.
Few, R., Brown, K., y Tompkins, E. (2007). "Public participation and climate change adaptation: Avoiding the illusion of inclusion". *Climate Policy*, 7(1), pp. 46-59.
Figueroa, D., y Scott, S. (2015). "Mosquitoes: disease vectors in context of climate change in Chile". *Parasitología Latinoamericana*, 64(2), pp. 42-53.
Fossing, H., Gallardo, V.A., Jørgensen, B.B., Huettel, M., Nielsen, L.P., Schultz, H. y otros (1995). "Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium Thioploca". *Nature* (London), 374, pp. 713-715.
Garreaud, R. (2013). "Warm winter storms in Central Chile". *Journal of Hydrometeorology*, 14, pp. 1515-1534.
Garreaud, R., Aldunce, P., Araya, G., Blanco, G., Boisier, J. P., Bozkurt, D. y otros (2015). La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Informe técnico del Centro del Clima y la Resiliencia (CR2). Recuperado de www.cr2.cl/megasequia.
Gascoin, S., Kinnard, C., Ponce, R., Macdonell, S., Lhermitte, S., y Rabatel, A. (2011). "Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile". *The Cryosphere*, 5, pp. 1099-1113.
Gobierno de Chile (2015). "Contribución nacional tentativa de Chile (INDC) para el acuerdo climático París 2015". Recuperado de www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Chile/1/Chile%20INDC%20FINAL.pdf.
Gobierno de España (2013). "Sexta Comunicación Nacional de España". Recuperado de www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/medioambiente/Documents/Sexta%20Comunicaci%C3%B3n.pdf.
González, M. E., Lara, A., Urrutia, R., y Bosnich, J. (2011). "Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33°-42° S)". *Bosque* (Valdivia), 32(3), pp. 215-219.
González, M. E., y Veblen, T. T. (2006). "Climatic influences on fire in Araucaria araucana-Nothofagus forests in the Andean cordillera of south-central Chile". *Ecoscience*, 13(3), pp. 342-350.
GreenLab UC (2012). "Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación". Estudio solicitado por la Subsecretaría de Medio Ambiente. Recuperado de www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2013/11/2012-IISCC-InformeFinal.pdf.
Guisan, A., y Zimmermann, N. E. (2000). "Predictive habitat distribution models in ecology". *Ecological Modeling*, 135, pp. 147-186.
Hannah, L., Roehrdanz, P. R., Ikegami, M., Shepard, A. V., Shaw, M. R., Tabor, G., y otros (2013). "Climate change, wine, and conservation". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(17), pp. 6907-6912.
Hendriks, I., Duarte, C., Olsen, Y., Steckbauer, A., Ramajo, L., Moore, T, y otros (2015). "Biological mechanisms supporting adaptation to ocean acidification in coastal ecosystems". Estuarine, *Coastal and Shelf Science*, 152, A1eA8.
Henríquez, C., Aspee, N., y Quense, J. (2016). "Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático". *Norte Grande*, 63, pp. 27-44.
Hoegh-Guldberg, O., et al (2007). "Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification." *Science* 318.5857: 1737-1742.
IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014a). "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability". Recuperado de www.ipcc.ch/report/ar5/wg2
--- (2014b). "GWII Annex II: Glossary". Recuperado de http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf.
--- (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". Recuperado de www.ipcc.ch/report/ar5/wg1.
Izaguirre, C., Méndez, J. F., Espejo, A., Losada, I. J., y Reguero, B. G. (2013). "Extreme wave climate changes in central-South America". *Climatic Change*, 119. doi: 10.1007/s10584-013-0712-9.
Jacques-Copper, M., y Garreaud, R. D. (2015). "Characterization of the 1970s climate shift in South America". *International Journal of Climatology*, 35, pp. 2164-2179.
Jantzen, C., Häussermann, V., Försterra, G., Laudien, J., Ardelan, M., Maier, S., y Richter, C. (2013). "Occurrence of a cold-water coral along natural pH gradients (Patagonia, Chile)". *Marine Biology*, 160, pp. 2597-2607.
Kelly, P. M., y Adger, W. N. (2000). "Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation". *Climatic Change*, 47, pp. 325-352.
Kiparsky, M., Milman, A., y Vicuña, S. (2012). "Climate and water: knowledge of impacts to action on adaptation". *Annual Review of Environmental Resources*, 37, pp. 163-194.
Kitzberger, T., y Veblen, T. T. (2003). "Influences of climate on fire in northern Patagonia, Argentina". *Fire and climatic change in temperate ecosystems of the western Americas*. Nueva York: Springer, pp. 296-321.
Krogh, Sebastian A., John W. Pomeroy, and James McPhee. "Physically based mountain hydrological modeling using reanalysis data in Patagonia. "*Journal of Hydrometeorology* 16.1 (2015): 172-193.
Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C. y otros (2009). "Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile". *Forest Ecology and Management*, 258, pp. 415-424. Recuperado de www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112709000036.
Lardies, M. A., Arias, M. B., Poupin, M. J., Manríquez, P. H., Torres, R., Vargas, C. A. y otros (2014). "Differential response to ocean acidification in physiological traits of Concholepas concholepas populations". *Journal of Sea Research*, 90, pp. 127-134.
Larkin, N. K., y Harrison, D. E. (2002). "ENSO warm (El Niño) and cold (La Niña) event life cycles: Ocean surface anomaly patterns, their symmetries, asymmetries, and implications". *Journal of Climate*, 15(10), pp. 1118-1140.
Little, C., y Lara, A. (2010). "Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile". *Bosque* (Valdivia), 31(3), pp. 175-178.
Losada, I. J., Reguero, B. G., Méndez, F. J., Castanedo, S., Abascal, A. J., y Mínguez, R. (2013). "Long-term changes in sea-level components in Latin America and the Caribbean". *Global and Planetary Change*. doi: 10.1016/j.gloplacha.2013.02.006.
Losada-Rodríguez, I., Izaguirre-Lasa, C., González-Reguero, B., Sampedro, A. T., Fernández-Jaime, F., Beyá, J., y Cienfuegos, R. (2013). "Metodología propuesta para la inclusión del cambio climático en la planificación de infraestructura. Aplicación a puertos. Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático". Pontificia Universidad Católica de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Medio Ambiente.
Luebert, F., y Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago: Universitaria.
Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J. P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E. G. Poveda y otros (2014). "Central and South America". Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Cambridge University Press, pp. 1499-1566.
Mailhot, A., y Duchesne, S. (2010). "Design criteria of Urban Drainage Infrastructures under Climate Change". *Journal of Water Resources Planning and Management*, 136(2), pp. 201-208.
Manríquez, P. H., Jara, M. E., Mardones, M. L., Torres, R., Navarro, J. M., Lardies, M. A., y otros (2014). "Ocean acidification affects predator avoidance behaviour but not prey detection in the early ontogeny of a keystone species". *Marine Ecology Progress Series*, 502, pp. 157-167.
Manríquez, P.H., Jara, M. E., Mardones, L., Navarro, J. M., Torres, R., Lardies, M. A. y otros (2013). "Ocean acidification affects prey predator interactions but not net prey shell growth in Concholepas concholepas (loco)". *PLOS ONE*, 8(7), e68643. doi: 10.1371/journal.pone.0068643.
Marquet, P., Abades, S., Armesto, J., Arroyo, M. T. K., Barría, I., Cavieres, L., y otros (2010). "Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático" Santiago: Ministerio de Medio Ambiente.
Marín, V., et al (2013). "Modeling suspended solids in a Northern Chilean Patagonia glacier-fed fjord: GLOF scenarios under climate change conditions." *Ecological modelling* 264: 7-16.
Mase, H., Tsujio, D., Yasuda, T., y Mori, N. (2013). "Stability analysis of composite breakwater with wave-dissipating blocks considering increase in sea levels, surges and waves due to climate change". *Ocean Engineering*, 71, pp. 58-65.
Masiokas, M. H., Christie, D. A., Le Quesne, C., Pitte, P., Ruiz, L., Villalba, R., y otros (2016). "Reconstructing the annual mass balance of

the Echaurren Norte glacier (Central Andes, 33.5° S) using local and regional hydroclimatic data". *The Cryosphere*, 10(2), pp. 927-940.

Masiokas, M. H., Villalba, R., Luckman, B. H., y Mauget, S. (2010). "Intra-to multidecadal variations of snowpack and streamflow records in the Andes of Chile and Argentina between 30 and 37 S". *Journal of Hydrometeorology*, 11(3), pp. 822-831.

Masiokas, M. H., Rivera, A., Espizua, L. E., Villalba, R., Delgado, S., y Aravena, J. C. (2009). "Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3), pp. 242-268.

Masiokas, M. H., Villalba, R., Luckman, B. H., Lascano, M. E., Delgado, S., y Stepanek, P. (2008). "20th-century glacier recession and regional hydroclimatic changes in northwestern Patagonia". *Global and Planetary Change*, 60(1), pp. 85-100.

Mayol, E., Ruiz-Halpern, S., Duarte, C. M., Castilla, J. C., y Pelegrí, J. L. (2012). "Coupled CO_2 and O_2-driven compromises to marine life in summer along the Chilean sector of the Humboldt Current System". *Biogeosciences*, 9, pp. 1183-1194.

McPhee, J., Cortés, G., Rojas, M., García, L., Descalzi, A, y Vargas, L. (2014). "Downscaling Climate Changes for Santiago: What Effects can be Expected?". En K. Krellenberg y B. Hansjürgens (eds.). *Climate Adaptation*. Santiago: Springer, pp. 19-41.

Meehl, Gerard A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M. y otros (2007). "Global climate projections". *Climate Change*, 3495, pp. 747-845.

Mernild, S. H., Beckerman, A. P., Yde, J. C., Hanna, E., Malmros, J. K., Wilson, R., y Zemp, M. (2015). "Mass loss and imbalance of glaciers along the Andes Cordillera to the sub-Antarctic islands". *Global and Planetary Change*, 133, pp. 109-119.

Meza, F. J., Vicuña, S., Jelinek, M., Bustos, E., y Bonelli, S. (2014). "Assessing water demands and coverage sensitivity to climate change in the urban and rural sectors in central Chile". *Journal of Water and Climate Change*, 5(2), pp. 192-203.

Meza, F. J., Wilks, D. S., Gurovich, L., y Bambach, N. (2012). "Impacts of climate change on irrigated agriculture in the Maipo Basin, Chile: reliability of water rights and changes in the demand for irrigation". *Journal of Water Resources Planning and Management*, 138(5), pp. 421-430.

Milly, P. C. D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R. M., Kundzewicz, Z. W., Lettenmaier, D. P., y Stouffer, R. J. (2008). "Stationarity Is Dead: Whither Water Management?". *Science*, 319(1), pp. 573-574. doi: 10.1126/science.1151915.

Ministerio de Salud (MINSAL). (2015). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud. Borrador para consulta pública. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-para-salud. Gobierno de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (2016). "Adaptación urbana al cambio climático. Propuesta para la adaptación urbana al cambio climático en capitales regionales de Chile". Adapt-Chile, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y CCG-UC. Gobierno de Chile.

---. (2015). "Reporte Plan de Adaptación Nacional al Cambio Climático". Resumen elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente en base a los aportes del ETICC. Gobierno de Chile.

---. (2014a). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.

---. (2014b). "Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/quinto-informe-nacional-de-biodiversidad. Gobierno de Chile.

---. (2014c). Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad. Santiago, Chile. Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_Plan_Adaptacion_CC_Biodiversidad_Final.pdf. Gobierno de Chile.

---. (2011). "Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático". Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente, Climate Technology Centre and Network, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación, World Agroforestry Centre (2016). "Diseño de una red de monitoreo de biodiversidad y cambio climático". Santiago, Chile. Recuperado de www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/red_monitoreo_chile_altar_39mb_1.pdf.

Molina, M., Contreras-López, M., Winckler, P., Salinas S., y Reyes, M. (2011). "Consideraciones sobre las variaciones de mediano y largo plazo del oleaje en el diseño de obras marítimas en Chile central". *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, 123(3), pp. 77-88.

Montecinos, A., y Aceituno, P. (2003). "Seasonality of the ENSO-related rainfall variability in central Chile and associated circulation anomalies". *Journal of Climate*, 16(2), pp. 281-296.

Montecinos, A., Díaz, A., y Aceituno, P. (2000). "Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical South America based on tropical Pacific SST". *Journal of Climate*, 13, pp. 746-758.

Ministerio de Obras Públicas (MOP) (2014a). "Hacia un país con desarrollo equilibrado. Infraestructura y agua". Recuperado de www.dirplan.cl/centrodedocumentacion/documentosgenerales/Documents/libro/Hacia_un_pais_con_desarrollo_equilibrado.pdf. Gobierno de Chile.

--- (2014b). Manual de carreteras. Dirección de vialidad. Gobierno de Chile.

MOP y Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) (2013). "Manual de drenaje urbano. Guía para el diseño, construcción, operación y conservación de obras de drenaje urbano". Gobierno de Chile.

Navarro, J., Duarte, C., Manríquez, P. H., Torres, R., Vargas, C., Lardies, M., y Lagos, N. A. (2013). "Long-term exposure to high pCO_2 levels. Its effects on the physiological energetics and aquaculture of the juvenile mussel Mytilus chilensis". *Chemosphere*, 90, pp. 242-248.

O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L. P., y Schjolden, A. (2007). "Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses". *Climate Policy*, 7(1), pp. 73-88.

Ocampo-Melgar, A., Vicuña, S., Gironás, J., Varady, R. G., y Scott, C. A. (2016). "Scientists, policymakers, and stakeholders plan for climate change: A promising approach in Chile's Maipo basin". *Environment*, 58(5).

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) (2015). "Sustentabilidad sectorial: Vinos de Chile". Recuperado de www.odepa.cl/wp-content/uploads/2015/09/Informe-Sustentabilidad-VINOS.pdf.

Ohlanders, N., Rodríguez, M., y McPhee, J. (2013). "Stable water isotope variation in a Central Andean watershed dominated by glacier and snowmelt". *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, pp. 1035-1050. Recuperado de www.hydrol-earth-syst-sci.net/17/1035/2013/hess-17-1035-2013.pdf.

Pellicciotti, F., Ragettli, S., Carenzo, M, y McPhee, J. (2014). "Changes of glaciers in the Andes of Chile and priorities for future work". *Science of the Total Environment*, 493, pp. 1197-1210. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.055.

Pellicciotti, F., Helbing, J., Rivera, A., Favier, V., Corripio, J., Araos, J., y otros (2008). "A study of the energy balance and melt regime on Juncal Norte Glacier, semi-arid Andes of central Chile, using melt models of different complexity". *Hydrological Processes*, 22(19), pp. 3980-3997. doi:10.1002/hyp.7085.

Pino, P., Iglesias, V., Garreaud, R., Cortés, S., Canals, M., Folch, W., y otros (2015). "Chile Confronts its Environmental Health Future After 25 Years of Accelerated Growth". *Annals of Global Health*, 81(3), pp. 354-367.

Pliscoff P, Arroyo, M. T. K., y Cavieres L. (2012). "Predicciones de cambios en los principales tipos de vegetación de Chile bajo cambio climático basados en un estudio preliminar: Modelos, incertidumbres y adaptación de la investigación para un mundo de biodiversidad dinámica". *Anales Instituto Patagonia* 40, pp. 81-86

Quintana, J. M., y Aceituno, P. (2012). "Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30°-43° S". *Atmósfera*, 25(1), pp. 1-22.

Quiñones, R., Salgado, H., Montecinos, A., Dresdner, J., y Venegas, M. (2011). "Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático. El caso de las pesquerías principales de la zona centro-sur de Chile". www.fao.org/docrep/018/i3356s/i3356s.pdf

Ragettli, S., Cortés, G., McPhee, J., y Pellicciotti, F. (2014). "An evaluation of approaches for modelling hydrological processes in high-elevation, glacierized Andean watersheds". *Hydrological Processes*, 28(23), pp. 5674-5695. doi:10.1002/hyp.10055.

Ramajo, L., Baltanás, A., Torres, R., Manríquez, P. H., Rodríguez-Navarro, A., y Lagos, N. A. (2013). "Geographic variation in shell morphology of juvenile snails (Concholepas concholepas) across the physical-chemical gradient of the Chilean coast". *Journal of Marine Biology Association*. doi: 10.1017/S0025315413000891.

Raza Rizvi, A., Barrow, E., Zapata, F., Cordero, D., Podvin, K., Kutegeka, S., y otros (2014). "Ecosystem based Adaptation: Building on No Regret Adaptation Measures. 20th session of the Conference of the Parties to the UNFCCC and the 10th session of the Conference of

the Parties to the Kyoto Protocol, Lima, Perú, 1-12 December 2014". Recuperado de www.iucn.org/downloads/iucn_eba_technical_paper_no_regret_actions_cop20_lima.pdf.

Rivera, A., Bown, F., Casassa, G., Acuña, C., y Clavero, J. (2006). "Glacier shrinkage and negative mass balance in the Chilean Lake District (40° S)". *Hydrological Science Journal*, 50(6). http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1623/hysj.2005.50.6.963

Rivera, A., Acuña, C., Casassa, G., y Bown, F. (2002). "Use of remotely sensed and field data to estimate the contribution of Chilean glaciers to eustatic sea-level rise". *Annals of Glaciology*, 34, pp. 367-372.

Rojas, M. (2012). "Estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Informe para opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático, MAPS Chile". http://dgf.uchile.cl/~maisa/Publicaciones.html

Rubio-Álvarez, E., y McPhee, J. (2010). "Patterns of spatial and temporal variability in streamflow records in south central Chile in the period 1952-2003". *Water Resources Research*, 46(5), W05514. doi: 10.1029/2009WR007982.

Rutllant, J., y Fuenzalida, H. (1991). "Synoptic aspects of the central Chile rainfall variability associated with the Southern Oscillation". *International Journal of Climatology*, 11(1), pp. 63-76.

Salas, J., y Obeysekera, J. (2014). "Revisiting the concepts of return period and risk of non-stationary hydrologic extreme events". *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), pp. 554-568.

Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., y Pliscoff, P. (2013). "Plan de acción para la protección de la conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático". Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Universidad de Chile.

Schulz, N., Boisier, J. P., y Aceituno, P. (2011). "Climate change alogn the arid coast of norhtern Chile". *International Journal of Climatology*. doi: 10.1002/joc.2395.

Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) (2014). "Estrategia nacional de turismo 2012-2020". Recuperado de www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/sites/18/2015/10/Estrategia-Nacional-de-Turismo-2012-2020.pdf.

Silva, C., Yáñez, E., Barbieri, M. A., Bernal, C., y Aranis, A. (2015). "Forecasts of swordfish (Xiphias gladius) and common sardine (Strangomera bentincki) off Chile under the A2 IPCC climate change scenario". *Progress in Oceanography*, 134, 343-355.

Smith, P., y Romero, H. (2016). "Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile". *Norte Grande*, 63, pp. 45-62.

Suh, K. D., Kim, S. W., Mori, N., y Mase, H. (2011). "Effect of climate change on performance-based design of caisson breakwaters". *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 138(3), pp. 215-225.

TECO Group y CCGUC (2015). "Tercer informe estudio Base para la planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro". Ministerio de Energía. Licitación N° 584105-11-LP14.

Timmerman, P. (1981). "Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society". *Environmental Monograph*, 1. Institute for Environmental Studies, University of Toronto.

Tormey, D. (2010). "Managing the effects of accelerated glacial melting on volcanic collapse and debris flows: Planchon–Peteroa Volcano, Southern Andes." *Global and Planetary Change,* 74.2: pp. 82-90.

The Nature Conservancy (TNC) (2015). "Segundo intercambio de experiencias de los fondos de agua. Intercambiando experiencias y mejores prácticas". 18 al 20 de junio de 2013, Ciudad de Panamá. Recuperado de http://fundosdeagua.org/sites/default/files/ii_intercambio_de_experiencias_baja_final.pdf.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2015). "Ecosistemas para la protección de infraestructura y comunidades: El rol de los bosques de alta montaña en la Región del Biobío, Chile". Recuperado de http://cmsdata.iucn.org/downloads/factsheet_epic_bosques_2015.pdf.

Universidad de Chile (2011). "Selección y aplicación de un modelo hidrológico para estimar los impactos del cambio climático en la generación de energía del Sistema Interconectado Central". Ministerio de Energía. Recuperado de http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/40.Informe_Final_rev_B(1163).pdf.

Vargas, C. A., Contreras, P. Y., Pérez, C. A., Sobarzo, M., Saldías, G. S., y Salisbury, J. (2016). "Influences of riverine and upwelling waters on the coastal carbonate system off Central Chile, and their ocean acidification implications". *Journal of Geophysical Research. Biogeosciences*, 121. doi: 10.1002/2015JG003213.

Vargas, C. A., De La Hoz, M., Aguilera, V., San Martín, V., Lagos, N. A., Manríquez, P.H., y otros (2013). "CO_2 driven ocean acidification may radically impact feeding behavior of larval invertebrates: The case of the gastropod Concholepas concholepas". *Aquatic Biology*, 35(5), pp. 1059-1068.

Vargas, G., Farías, M., Carretier, S., Tassara, A., Baize, S., y Melnick, D. (2011). "Coastal uplift and tsunami effects associated to the 2010 Mw 8.8 Maule earthquake in Central Chile". *Andean Geology*, 38, pp. 219-238.

Vaughan, David G., et al. "Observations: cryosphere." *Climate change* (2013): 317-382.

Vásquez, A.E. (2016). "Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile." *Norte Grande 63*: pp. 63-86.

Veblen, T. T., Kitzberger, T., Villalba, R., y Donnegan, J. (1999). "Fire history in northern Patagonia: the roles of humans and climatic variation". *Ecological Monographs*, 69(1), pp. 47-67.

Vicuña, S, Gironás, J., Meza, F. J., Cruzat, M. L., Jelinek, M., Bustos, E., y otros (2013). "Exploring possible connections between hydrological extreme events and climate change in central south Chile". *Hydrological Sciences Journa*l, 58, pp. 1598-1619.

Vogel, R. M., Yaindl, C., y Walter, M. (2011). "Nonstationarity: Flood Magnification and Recurrence Reduction Factors in the United States". *Journal of the American Water Resources Association*, 47(3), pp. 464-474. doi: 10.1111/j.1752-1688.2011.00541.x.

Vuille, M., Franquist, E., Garreaud, R., Lavado Casimiro, W. S., y Cáceres, B. (2015). "Impact of the global warming hiatus on Andean temperature". *Journal of Geophysical Research*, 120. doi: 10.1002/2015JD023126.

Wilcox, A., Escauriaza, C., Agredano, R., Mignot, E., Zuazo, V., Otárola, S., y otros (2016). "An integrated analysis of the March 2015 Atacama floods". *Geophysical Research Letters*, en revisión.

Winckler, P., Contreras-López, M., Campos-Caba, R., Beya, J., y Molina, M. (2016). "El temporal del 8 de agosto de 2015 en las regiones de Valparaíso y Coquimbo, Chile Central". *Latin American Journal of Aquatic Research*, en revisión.

Winckler, P., Contreras-López, M., Reyes, M., Cortés, F., y Beyá, J. (2015). "Asesoría en evaluación de riesgos de infraestructura costera en un contexto de cambio climático". Elaborado para la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., y Davies, I. (2005). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. 2ª ed. Londres: Routledge.

Wyss, M. (1976). "Local changes of sea level before large earthquakes in South America". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 66(3), pp. 903-914.

Xie, S. P., Deser, C., Vecchi, G. A., Collins, M., Delworth, T. L., Hall, A., y otros (2015). "Towards predictive understanding of regional climate change". *Nature Climate Change*, 5, pp. 921-930.

Yáñez, E., Barbieri, M. A., Plaza, F., y Silva, C. (2014). "Climate change and fisheries in Chile". *Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change*. Springer, pp. 259-270.

Zhang, L., y Delworth, T. L. (2016). "Simulated response of the Pacific decadal oscillation to climate change". *Journal of Climate*. doi: http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0690.1.

Zhang, Z., Gong, D., Kim, S., Mao, R., y Yang, J. (2014). "Is the Antarctic oscillation trend during the recent decades unusual?". *Antarctic Science*, 26(04), pp. 445-451.

Santiago después de la Lluvia, archivo MMA

4

Mitigación de gases de efecto invernadero

1. Introducción

1.1. Antecedentes generales

La mitigación es una respuesta al fenómeno del cambio climático que se traduce en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y/o en el aumento de su captura. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), esta capacidad depende de las circunstancias socioeconómicas y medioambientales, y de la disponibilidad de información y tecnología. En la actualidad los gobiernos disponen de una amplia variedad de políticas e instrumentos para crear incentivos para la mitigación, mecanismo esencial para cumplir con el objetivo de la CMNUCC de estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera (CMNUCC, 2015). La Convención solicita a los países firmantes tener en cuenta sus responsabilidades y capacidades al momento de formular e implementar programas que contengan medidas para mitigar el cambio climático. Estas acciones pueden ser transversales y cubrir todos o solo algunos sectores económicos.

Jenny Mager

Según el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el incremento de las emisiones de GEI se ha acelerado a pesar de los esfuerzos de reducción, lo que significa que "sin un esfuerzo adicional para reducir las emisiones de GEI, más allá de las implementadas actualmente, se espera que el crecimiento de las emisiones persista impulsado por el aumento de la población mundial y las actividades económicas" (IPCC, 2013).

Según el Objetivo 13 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, "adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos", algunas metas se relacionan directamente con la mitigación de GEI y otras con la incorporación de acciones en la política pública.[1] En Chile, las acciones dirigidas a la reducción de emisiones de GEI se han desarrollado por sectores. El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), en su rol de coordinador de las temáticas asociadas a cambio climático en el país, ha levantado información sobre las políticas e iniciativas que se han llevado a cabo en Chile para mitigar los GEI y releva esta variable como un indicador

[1] *Naciones Unidas, "Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos". Recuperado de www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2.*

de los esfuerzos del país por cumplir con los objetivos de la CMNUCC.

En este capítulo se presenta información sobre las políticas y acciones de mitigación desarrolladas en el país, en el contexto sectorial o transversal según corresponda, y se analiza cómo se condicen con los compromisos internacionales que ha suscrito Chile en esta materia.

1.2. Contexto internacional: hacia el Acuerdo de París

Prensa Presidencia

En 2011 las Partes de la CMNUCC y los firmantes del Protocolo de Kioto lograron un avance histórico y transformacional: lanzar una plataforma para aumentar la ambición de la respuesta global al cambio climático, la Plataforma de Durban de Acción Reforzada (ADP),[2] cuya finalidad es 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. 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, y se empezará a implementar en 2020.

Durante 2014 y 2015, en Chile un Comité Técnico Interministerial se concentró en preparar el documento de la Contribución Nacional Tentativa (INDC), para el cual utilizó la información sobre opciones y escenarios de mitigación levantada durante el proceso MAPS-Chile (www.mapschile.cl). Como resultado se adoptó una contribución en función de las emisiones normalizadas al producto interno bruto (PIB), además de un compromiso de mitigación específico del sector forestal. El documento fue sometido a consulta pública desde diciembre de 2014 hasta abril de 2015, y el subsiguiente documento fue presentado por la Presidenta Michelle Bachelet en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en septiembre de 2015.

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.

1.3. Evaluación Ambiental de Chile 2016 por la OCDE

En julio de 2016, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) dio a conocer la Segunda Evaluación de Desempeño Ambiental (EDA) realizada a Chile (la primera data

[2] *Naciones Unidas, "Novedades del Grupo de Trabajo Especial sobre la Plataforma de Durban para una acción reforzada". Recuperado de http://unfccc.int/portal_espanol/newsletter/items/6753.php.*
[3] *CMNUCC, "Copenhagen Climate Change Conference", diciembre de 2009. Recuperado de http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/meeting/6295.php.*

de 2005). En dicho documento entregó 54 recomendaciones para avanzar durante los próximos diez años hacia un desarrollo económico más sustentable (Cuadro 4-1).

Estas recomendaciones se centran en la gestión del aire, los desechos y el agua; en la gobernanza, en la gestión ambiental y el crecimiento verde. Además, en esta evaluación se desarrollaron dos capítulos en profundidad: cambio climático y conservación, y uso sostenible de la diversidad biológica.

El objetivo de la OCDE al aplicar estos instrumentos a sus países miembros es proporcionar análisis basados en la evidencia —una amplia gama de datos económicos y ambientales— y evaluaciones del progreso de sus políticas en esta materia, promover el aprendizaje entre pares, aumentar la responsabilidad de sus gobiernos y dar recomendaciones específicas para ayudar a los países a mejorar su comportamiento ambiental.

En el capítulo sobre cambio climático en Chile, la evaluación de la OCDE señala que las emisiones de GEI de Chile crecieron un 23% entre 2000 y 2010, y se prevé que continúen aumentando. Por eso, indica que para cumplir su compromiso de reducir en 30% la intensidad de sus emisiones al 2030 se requiere que las políticas de todos los sectores emisores estén alineadas con la mitigación. 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.

Cuadro 4-1. **Recomendaciones de la EDA, 2015**

Recomendaciones de la OCDE con impacto en mitigación

Desarrollo, monitoreo y evaluación de políticas

- Adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático, a fin de concretar la contribución prevista determinada a nivel nacional para 2030; aplicar las medidas de mitigación apropiadas para cada país o medidas alternativas para asegurar el cumplimiento de la meta establecida para 2020.
- Identificar la trayectoria de largo plazo coherente con la meta de cero emisiones netas en la segunda mitad de la década de 2050; dar a conocer el compromiso de largo plazo con el cambio climático, ya sea mediante medidas legislativas o de otra índole.
- Implementar un marco de monitoreo y evaluación de las políticas de adaptación al cambio climático y mitigación del fenómeno, en el que se prevean mecanismos de rendición de cuentas claramente definidos; reforzar la capacidad de elaboración oportuna de inventarios de emisiones; considerar la posibilidad de establecer hitos intermedios de las metas a largo plazo sobre emisiones; realizar una evaluación nacional de riesgos y vulnerabilidad al cambio climático; evaluar la resiliencia climática de los proyectos de gran envergadura, y desarrollar indicadores para monitorear los avances en el cumplimiento de los objetivos de adaptación.

Integración en las políticas

- Analizar la coherencia de las opciones actuales de política con la eliminación de las emisiones de carbono a más largo plazo, particularmente en los sectores del transporte y la energía, y asegurar que se hagan los ajustes necesarios; formular medidas sobre el clima que aseguren la adopción de una combinación de políticas coherentes, armonizadas e integrales aplicables a los principales sectores responsables de emisiones (entre otros, los sectores energético y del transporte) y la absorción de estas (entre otros, el sector de la tierra).

Impuestos y subsidios ambientales

- Considerar la posibilidad de revisar el nuevo impuesto sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos locales y de CO_2 de grandes fuentes fijas: i) incrementar la tasa impositiva sobre el CO_2 conforme a etapas preestablecidas, para que refleje en mayor medida el costo social de las emisiones; ii) incorporar nuevas fuentes de emisiones, como las fundiciones de cobre y otras plantas industriales; iii) evaluar las interacciones entre los mecanismos de fijación de precios de la electricidad y el impuesto sobre el CO_2, y considerar los ajustes necesarios para salvaguardar que el impuesto siga siendo plenamente efectivo.
- Explorar la posibilidad de establecer un sistema de límites máximos y comercio de derechos de emisión de los contaminantes y emisores relevantes no incluidos en el nuevo impuesto sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos locales y CO_2.

Fuente: CEPAL y OCDE, 2016

2. 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).

Isidora Mella.

En el contexto internacional Chile no es un emisor relevante de GEI. Su aporte al total mundial de emisiones es de aproximadamente 0,25%, y en el nivel latinoamericano contribuye con el 4,9% de las emisiones, con lo que se sitúa por debajo de Brasil, México, Argentina y Venezuela.[4]

El promedio mundial de emisiones de CO_2 por persona es de 4,5 toneladas. Según los cálculos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero Chile sobrepasa por muy poco esa cifra, con 4,8 tCO_2/pp, y está muy por debajo del promedio de los países de la OCDE, que es de 9,6 tCO_2/pp (IEA, 2015).

2.1. Compromiso voluntario 20/20 de Chile para la mitigación de sus emisiones 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, finan-

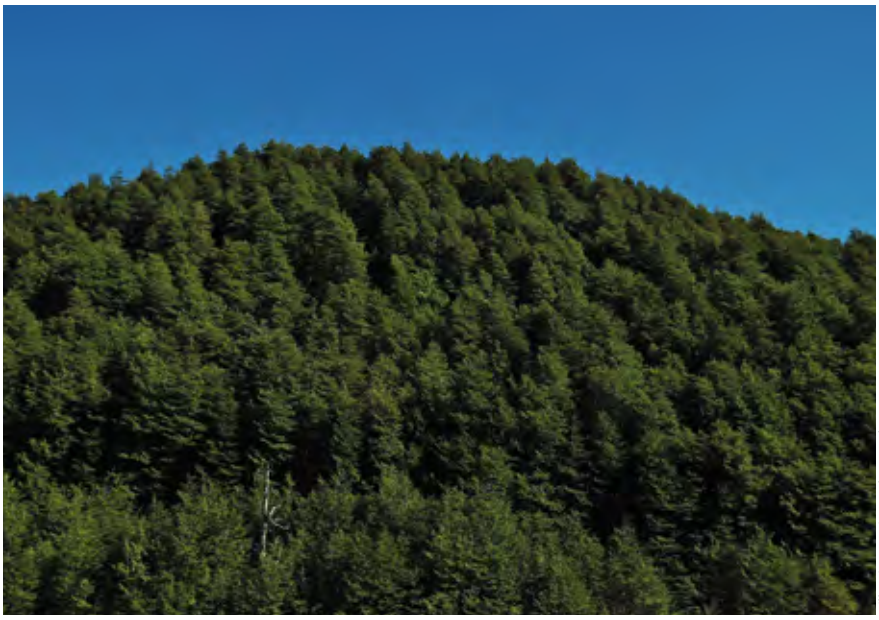
[4] Datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2015), que solo considera emisiones por quema de combustible y no todos los sectores del inventario que plantean las directrices del IPCC.

ciada significativamente con recursos nacionales.

Durante el primer semestre de 2010, la CONAMA lideró un trabajo interministerial a través del Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático para acordar la información que Chile debía entregar a las Naciones Unidas para su inscripción en el Apéndice II del Acuerdo de Copenhague. Ese mismo año, el entonces Presidente de la República, Sebastián Piñera, en su discurso a la nación del 21 de mayo, declaró: "En materia de gases invernadero, calentamiento global y biodiversidad, Chile se comprometió y cumplirá con una reducción del 20% al 2020".

El Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático y el Comité Interministerial de Cambio Climático aprobaron la declaración de Chile en reuniones realizadas los días 27 de julio y 13 de agosto de 2010. El compromiso voluntario se comunicó oficialmente a la Secretaría de la CMNUCC a través del punto focal nacional de Chile, función ejercida por el Ministerio de Relaciones Exteriores, el 23 de agosto de 2010.[5]

El compromiso voluntario 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", 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".



Villarrica, Karina Bahamonde.

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 las 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.

Pese a los esfuerzos en esta materia, queda pendiente cuantificar las reducciones obtenidas con las políticas implementadas y evaluar el cumplimiento del compromiso voluntario, además de realizar una estimación robusta y permanente del impacto en las emisiones que nuevas acciones pudiesen tener. Se espera avanzar en estos aspectos durante los próximos años.

2.2. Contribución Nacional de Chile (NDC)

En septiembre de 2015 Chile anunció su contribución, que se divide en cinco pilares: i) mitigación, ii) adaptación, iii) construcción y fortalecimiento de capacidades, iv) desarrollo y transferencia de tecnologías, y v) financiamiento.

El pilar de mitigación considera un compromiso de reducción cuantificada del indicador intensidad de emisiones de GEI a 2030. Esta reducción se sustenta en los análisis sectoriales y de escenarios de mitigación elaborados en el marco del proyecto MAPS-Chile (Fase 2); en los resultados del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (1990-2010); en información adicional provista por los Ministerios de Medio Ambiente,

[5] *"Carta del subsecretario de Relaciones Exteriores a Christiana Figueres, secretaria ejecutiva de la CMNUCC", 23 de agosto de 2010. Recuperado de http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/copenhagen_accord/application/pdf/chilecphaccord_app2.pdf.*

Energía, Hacienda y Agricultura, y en las observaciones recibidas en el proceso de consulta pública de la Contribución Nacional Tentativa (MMA, 2015a).

Todos los sectores cuantificados en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) están priorizados como se indica para realizar acciones de mitigación en Chile:

- Energía, que incluye generación y transporte de electricidad, transporte, industria, minería, vivienda, entre otros sectores consumidores de combustibles fósiles
- Procesos industriales
- Utilización de disolventes y otros productos
- Agricultura, que incluye el sector pecuario
- Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)
- Residuos

Chile ha optado por presentar su contribución mediante el indicador "intensidad de emisiones" (toneladas de CO_2 equivalente por unidad de PIB en millones de CLP$ 2011). Metodológicamente, se separó el sector UTCUTS del compromiso nacional de mitigación debido a la alta variabilidad anual de sus capturas y emisiones, y por ser menos dependiente de la trayectoria del crecimiento económico.

Entonces, se definieron dos tipos de compromisos: 1) una meta de intensidad de carbono, expresada en emisiones de GEI por unidad de PIB, que incluye a todos los sectores cuantificados en el INGEI (1990-2010), excepto el sector de UTCUTS, y 2) una meta expresada en toneladas de CO_2 equivalente del sector UTCUTS. Cabe destacar que los gases considerados en la meta de intensidad de carbono, sin incluir al sector UTCUTS, corresponden a aquellos del INGEI (1990-2010), es decir, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbono (HFC) y perfluorocarbono (PFC).

Cuadro 4-2. Componentes de mitigación en la INDC de Chile

Meta de intensidad de emisiones:

a) Chile se compromete, al 2030, a reducir sus emisiones de CO_2 por unidad de PIB en 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.*

b) Adicionalmente, y condicionado a la obtención de aportes monetarios internacionales (grant**), el país se compromete al 2030 a aumentar su reducción de emisiones de CO_2 por unidad de PIB hasta alcanzar una disminución de entre 35% y 45% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando, a la vez, un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

Contribución específica del sector forestal:

a) Chile se compromete al manejo sustentable y a la recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de GEI de alrededor de 600.000 toneladas de CO_2 equivalente anuales, a partir de 2030. Este compromiso está condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.

b) Chile se compromete a forestar 100.000 hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representarán capturas de entre 900.000 y 1.200.000 toneladas de CO_2 equivalente anuales, a partir de 2030. Este compromiso está condicionado a la prórroga del Decreto Ley 701 y a la aprobación de una nueva Ley de Fomento Forestal.

* *Este compromiso asume un ritmo de crecimiento de la economía similar a la senda de crecimiento del país en la última década, exceptuando los años más críticos de la crisis financiera internacional (2008-2009).*

** *Este compromiso asume un ritmo de crecimiento de la economía similar a la senda de crecimiento del país en la última década, exceptuando los años más críticos de la crisis financiera internacional (2008-2009). Además, para efectos de este compromiso, se considerará aporte monetario internacional (grant) en este contexto aquel que permite implementar acciones que tengan efectos directos sobre las emisiones de GEI y en plazos adecuados.*

Fuente: (MMA, 2015a)

PN Vicente Pérez Rosales, archivo CONAF

Géisers del Tatio, Imagen de Chile, Felipe Camiliana.

El periodo 2016-2020 debe sentar las bases y preparar al país para implementar este compromiso a partir de 2020. Se requerirán esfuerzos importantes en lo que respecta a la coordinación intersectorial y el fortalecimiento institucional, tanto para realizar acciones como para evaluar y proyectar el progreso del cumplimiento de las metas.

2.3. Mitigación en el Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático

El desafío del cambio climático involucra a todos los actores de la sociedad en sus escalas de organización administrativa y geográfica. Reconociendo la vulnerabilidad de Chile y la necesidad de adaptarse a los cambios que implicarán las variaciones en el clima global, una de las metas comprometidas en el actual Programa de Gobierno es establecer un instrumento de política pública que integre y oriente las acciones que emprenderá el país en relación con el cambio climático. En este se señala que "se deberá realizar con la máxima celeridad posible un nuevo plan nacional de cambio climático con una visión transversal e integrada en adaptación, mitigación de impactos y creación de capacidades, orientando las medidas adoptadas hacia una economía baja en carbono".

El nuevo Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC II) se desarrolla en un escenario de mayor conocimiento y luego de avances concretos obtenidos tras la experiencia del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PANCC I). Además, se enmarca en un contexto de mayor compromiso político con la materia.

Al igual que el PANCC I, uno de los ejes de acción del nuevo plan es la mitigación de GEI, para "crear las condiciones habilitantes para la implementación, cumplimiento y seguimiento de los compromisos de reducción de emisiones de GEI de Chile ante la CMNUCC, y que contribuya de forma consistente al desarrollo sustentable del país y a un crecimiento bajo en emisiones de carbono". De esta manera, el eje de mitigación pretende hacerse cargo de la preparación para la implementación de esta contribución a partir de 2020, además de evaluar las acciones tempranas de mitigación en el marco del compromiso voluntario del país.

Se espera lograr el propósito del eje de mitigación a través de cuatro objetivos específicos:

- mantener el Sistema Nacional de Inventario y actualizar el INGEI de Chile
- desarrollar acciones y políticas de mitigación
- implementar sistemas de contabilidad y de medición, reporte y verificación (MRV)
- poner en práctica los compromisos internacionales en materia de mitigación del cambio climático

Estos objetivos específicos dan pie a 12 líneas de acción y 25 medidas específicas.

Además de los avances logrados desde el PANCC I en el plano sectorial, queda una tarea pendiente: la elaboración de planes de mitigación sectoriales. A través del proyecto MAPS se evaluaron posibles medidas de reducción para diversos sectores. También, y gracias a la elaboración del primer Informe Bienal de Actualización, se identificaron las iniciativas de los sectores relevantes con impacto en mitigación. Dada la naturaleza del nuevo plan y de su rol en la preparación para el cumplimiento de los compromisos de reducción de Chile, diferentes sectores han comprometido medidas propias que tienden directamente a la reducción de emisiones o al levantamiento de información para el diseño de políticas. Ejemplo de ello es el trabajo que desarrolla el Ministerio de Energía para su plan de mitigación sectorial, que será incluido en el PANCC II, y que se alinea con las metas y la visión de la Política Energética 2050.

3. Evaluación de la mitigación en Chile

3.1. Sectores emisores y capturadores relevantes

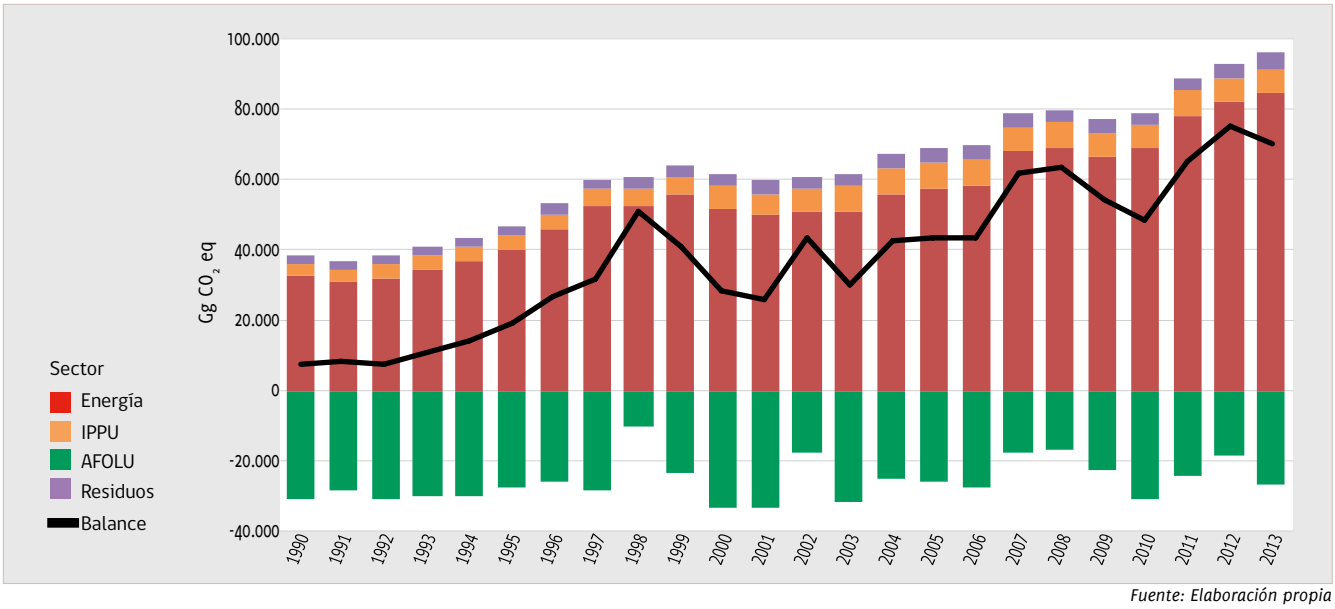
Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INGEI de Chile) (ver capítulo 2), en 2013, el balance de emisiones y absorciones de GEI[6] de Chile contabilizó 70.054,4 Gg CO_2 eq, mientras que las emisiones de GEI totales[7] del país contabilizaron 109.908,8 Gg CO_2 eq, incrementándose en un 113,4% desde 1990 y en un 19,3% desde 2010 (Tabla 4-1). Los principales causantes de esta tendencia son los sectores Energía y el sector AFOLU. Los valores que se observa que escapan de la tendencia en el balance (Figura 4-1)

Tabla 4-1. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO_2 eq) por sector, serie 1990-2013

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4
2. IPPU	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4
3. AFOLU	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2
Agricultura	12.633,5	13.580,7	12.879,8	12.741,7	13.285,0	13.735,2
FOLU	-43.499,8	-46.399,9	-43.394,2	-37.081,6	-31.695,8	-39.854,4
4. Residuos	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8
Balance (incluye FOLU)	**8.006,8**	**29.101,5**	**48.719,9**	**64.995,1**	**74.899,9**	**70.054,4**
Total (excluye FOLU)	**51.506,6**	**75.501,4**	**92.114,2**	**102.076,7**	**106.595,6**	**109.908,8**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 4-1. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2013



Fuente: Elaboración propia

[6] *En el presente informe, el término «balance de emisiones y absorciones de GEI» o «balance de GEI» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq). Este término incluye al sector AFOLU en su totalidad.*

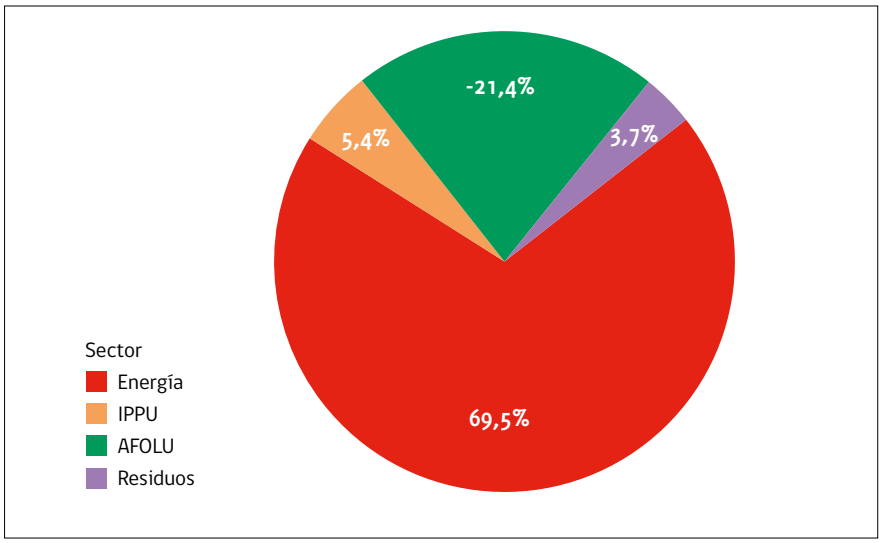
[7] *En el presente informe, el término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción de la silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU) del sector AFOLU, pero incluye las emisiones de GEI correspondientes a la Agricultura.*

son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales, contabilizados en el sector AFOLU.

En el nivel sectorial (Figura 4-2), el sector Energía representó un 77,4%, seguido del sector Agricultura (12,5%), del sector IPPU (6,0%), y finalmente del sector Residuos (4,1%).

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 4-2. INGEI de Chile: distribución de las emisiones y absorciones de GEI por sector



Fuente: Elaboración propia

3.2. Proyección de emisiones y opciones de mitigación para Chile

En Chile se han realizado diversas proyecciones de emisiones y opciones de mitigación. El trabajo más reciente es la iniciativa MAPS-Chile, proyecto gubernamental que contó con una amplia participación pública y privada, y que sirvió como base para formular el documento de la INDC de Chile.[8]

MAPS-Chile fue concebido para entregar evidencia, proyecciones y opciones dirigidas a disminuir las emisiones de GEI en Chile, a través de un proceso de investigación y participación multiactor que se ejecutó entre 2012 y 2015. En particular, su objetivo era apoyar la toma de decisiones de actores públicos y privados ofreciendo opciones de políticas públicas e iniciativas privadas compatibles con los objetivos de un desarrollo inclusivo, competitivo y bajo en carbono.

En la Figura 4-3 se detallan las cuatro preguntas clave a partir de las cuales se definió el mandato del proyecto MAPS.

Figura 4-3. Preguntas clave del mandato de MAPS

¿Cuáles son las opciones de mitigación más eficientes y efectivas para cumplir con los compromisos internacionales sobre cambio climático? Entre ellas, ¿cuáles son las más factibles y favorables de implementar?

¿Cuáles son las oportunidades y compensaciones asociadas con las diversas opciones de mitigación, en términos de aliviar la pobreza, contribuir a resultados macro y microeconómicos positivos, y permitir que Chile gane y asegure su competitividad internacional?

¿Cuáles son los vínculos clave entre las opciones de mitigación y adaptación en el país?

¿Cuáles son las políticas públicas, instrumentos e iniciativas privadas clave que contribuirán a la mitigación del cambio climático, con el fin de mejorar el desarrollo de bajo carbono?

Fuente: (MAPS-Chile, 2013)

[8] *Para más información sobre los resultados, las proyecciones sectoriales y el proceso, ver www.mapschile.cl*

Los fondos para su ejecución provinieron de los Gobiernos de Chile, Suiza y Dinamarca, de la Children's Investment Fund Foundation, la Climate Development Knowledge Network y el PNUD.

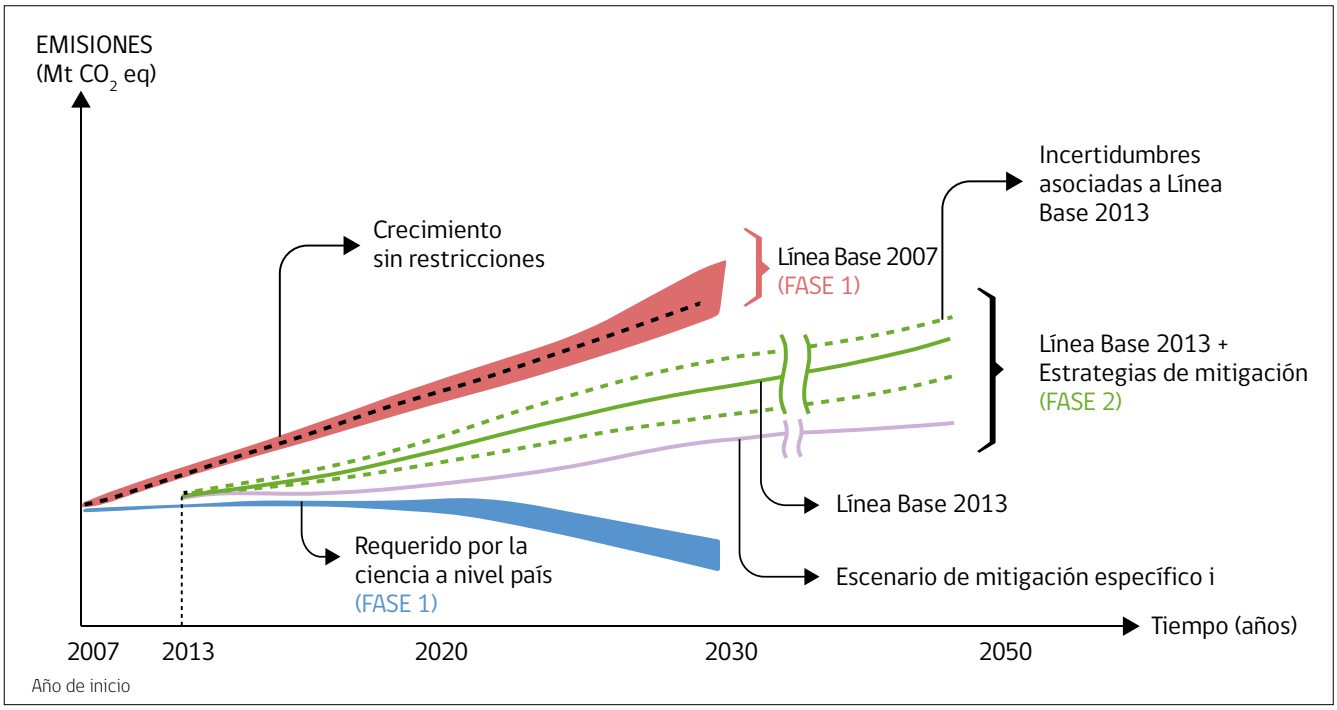
MAPS-Chile estudió distintos escenarios de proyección de las emisiones de GEI relevantes para generar la evidencia necesaria para los cursos de acción que pudiese seguir el país. Específicamente, proyectó una serie de trayectorias de emisiones a través de resultados de investigación, modelación y simulación.

El proyecto se llevó a cabo en tres fases. Durante la Fase 1 (resultados presentados en julio de 2013) se proyectó el escenario Línea Base 2007-2030 o de Crecimiento sin Restricciones, y el Escenario Requerido por la Ciencia, mientras que en la Fase 2 se proyectó el escenario Línea Base 2013-2030, en el que se evaluaron posibles medidas de mitigación para los sectores de la economía que contempla el proyecto. Junto con ello, se identificaron y evaluaron distintos escenarios de mitigación y se entregaron resultados sobre el impacto económico de las medidas y los escenarios de mitigación a partir de un modelo de equilibrio general. Finalmente, en la tercera fase del proyecto, se refinaron los resultados de la Fase 2, se analizaron los co-beneficios de las medidas de mitigación y se identificaron opciones de mitigación para el horizonte 2030-2050 con un enfoque no tradicional o *out of the box* (MAPS-Chile, 2014).

Romina Chiappe.

En la Figura 4-4 se ilustra el conjunto de trayectorias que sirvieron de marco teórico al proyecto.

Figura 4-4. Trayectoria de las emisiones para distintos escenarios



Fuente: MAPS-Chile, 2014

La línea negra representa el escenario de emisiones según las tendencias de desarrollo de diciembre de 2006, de modo que no se consideran acciones especiales de mitigación de GEI implementadas después de esa fecha; a este escenario se le ha llamado Línea Base 2007-2030 o de Crecimiento sin Restricciones. Este escenario es fundamental, ya que representa la base del compromiso voluntario adquirido por el país en el Acuerdo de Copenhague (cuyo año de inicio de proyección es 2007). La franja roja representa las incertidumbres (expresadas en sensibilidades) asociadas a las proyecciones. Los estudios y estimaciones de la línea roja y la franja asociada fueron objeto de licitaciones coordinadas por el PNUD, en las cuales participaron diversos equipos consultores sectoriales.

La zona celeste representa el Escenario Requerido por la Ciencia de estabilizar las emisiones para Chile, para el control del cambio climático. Esta franja refleja la forma en que es factible interpretar los requerimientos globales de reducción de emisiones a una escala adecuada para el país (MAPS-Chile, 2014). La Línea Base 2013-2030, de color verde, representa la proyección del rango de emisiones de GEI considerando las tendencias de desarrollo actualizadas y las medidas de mitigación, planes y leyes aprobadas hasta diciembre de 2012.

Por último, la línea morada representa un escenario de mitigación específico cuya trayectoria de emisiones se desvía respecto de la Línea Base 2013-2030.

Los escenarios de mitigación son el resultado de la aplicación conjunta de una serie de medidas de mitigación adicionales a las ya implementadas o aprobadas en el país hasta diciembre de 2012.

Archivo MMA.

También los estudios y estimaciones de la Línea Base 2013-2030 y los escenarios de mitigación fueron objeto de licitaciones coordinadas por el PNUD en las que participaron equipos consultores sectoriales (MAPS-Chile, 2014).

Además, MAPS-Chile comisionó a expertos internacionales, a través del Ministerio de Hacienda, para que generaran una herramienta macroeconómica (un modelo dinámico estocástico de equilibrio general, o DSGE, por su sigla en inglés) que permitiera evaluar diversas opciones de mitigación de GEI y analizar sus impactos sobre variables macroeconómicas como el crecimiento económico (MAPS-Chile, 2014).

Uno de los principales resultados de la Fase 2 fue la propuesta, a modo de ejercicio, de una serie de medidas probables dirigidas a modelar los distintos escenarios de mitigación para cada uno de los sectores analizados (generación y transporte de electricidad; comercial, público y residencial; industria y minería; transporte; residuos antrópicos y silvoagropecuario), lo que se tradujo en un portafolio de fichas de mitigación para dichos sectores.

Cada ficha contiene información específica (descripción, modelación, costos, incertidumbre, factibilidad y co-beneficios), desarrollada por un equipo consultor con experiencia en el tema y revisada por el equipo de investigación del proyecto MAPS y por los grupos técnicos de cada sector, para luego ser revisada nuevamente por los participantes del grupo de construcción de escenarios, instancia que agrupó a representantes de

niveles técnicos y políticos, de instituciones públicas y privadas, de la academia y de la sociedad civil. La diversidad de puntos de vista releva la importancia de integrar visiones y valida un proceso activamente participativo de consulta.

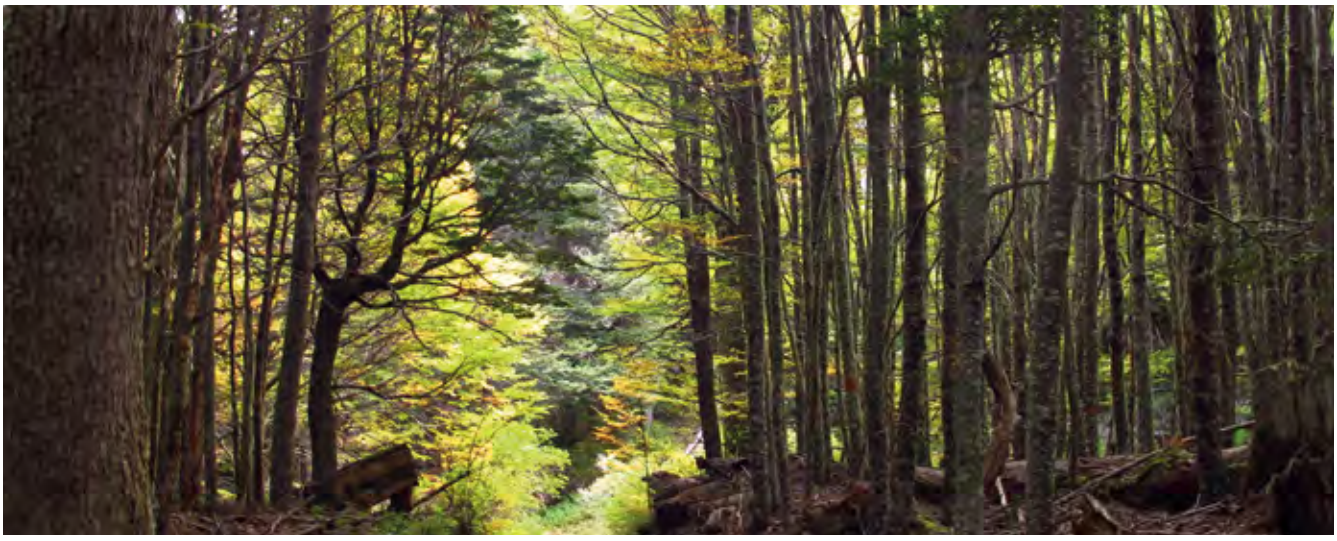
La Fase 3 del proyecto (2015) buscó completar el análisis realizado en las fases anteriores, incluyendo aspectos que amplían la mirada y el horizonte de tiempo. En esencia, en esta última fase se realizaron los siguientes trabajos:

- Revisión y refinamiento de los resultados de la Fase 2: estos ejercicios de modelación los realizó el equipo de investigación del proyecto, en el contexto de la definición de la INDC por parte del Gobierno de Chile, y se usaron para elaborar el anteproyecto de Contribución Nacional.

- Análisis de los posibles co-impactos: las medidas de mitigación que son parte del análisis de co-impactos fueron seleccionadas en un proceso deliberativo con el Grupo de Construcción de Visión y zanjadas por el Comité Directivo de MAPS-Chile. Los co-impactos fueron originalmente identificados por el Grupo de Construcción de Visión y luego el Panel de Expertos examinó, modificó y definió la lista final.

- Mitigación en el largo plazo: la trayectoria del escenario se actualizó a partir de los resultados del Quinto Reporte del IPCC. El escenario RCP 2.6 es el que tiene mayor probabilidad de estabilizar el incremento de temperatura en un máximo de 2 °C; a este escenario se le denomina Escenario Requerido por la Ciencia a nivel global. En la Figura 4-5 se muestra el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional y actualizado, que se construyó a partir de la proyección del escenario RCP 2.6, utilizando los mismos criterios de distribución del presupuesto de emisiones definidos en la Fase 1. Consecuentemente, junto con la trayectoria de emisiones a nivel global, se observa una trayectoria decreciente de emisiones a partir de 2020. De acuerdo con estos supuestos, a 2050 el nivel máximo de emisiones será de 42 millones de tCO_2 para el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional.

- Análisis de políticas públicas en el sector Transporte: se analizaron los posibles efectos de las medidas de mitigación del sector Transporte, residencial, comercial y público sobre los contaminantes locales en el contexto de la actualización del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la Región Metropolitana, y la factibilidad de implementar las medidas de mitigación del sector.

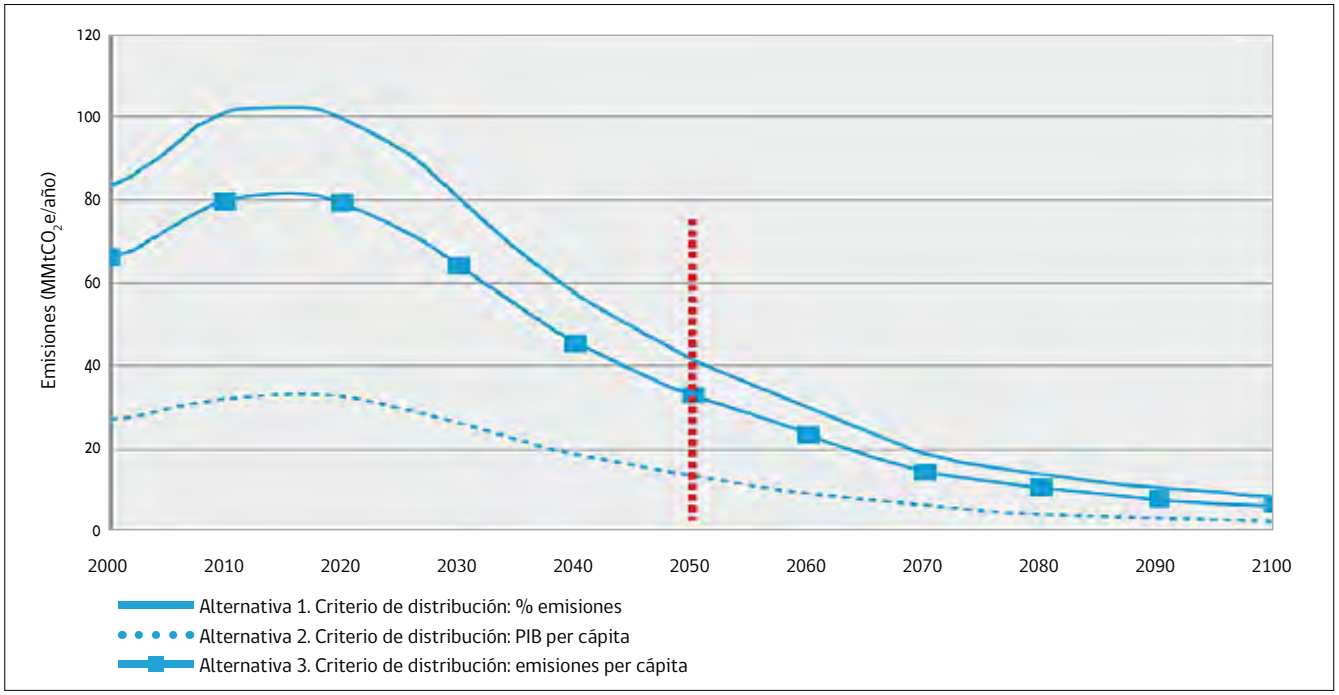


RN. Coyhaique CONAF,Francisca Villalon.

Durante los cuatro años que duró, el proyecto MAPS mejoró las capacidades del país para desarrollar escenarios de mitigación. Además, como proceso en sí permitió entender la forma de diseñar e implementar proyectos que vinculen directamente la investigación científica y académica con el desarrollo de políticas públicas. MAPS-Chile fue un ejercicio relevante de integración de evidencia y participación multiactor para abordar un tema muy complejo y contribuir concretamente a la toma de decisiones. Este ejercicio permitió avanzar en la mitigación del cambio climático en Chile, y una mirada atenta y crítica de su proceso seguirá entregando lecciones para mejorar la toma de decisiones, públicas y privadas, en materias en que es necesaria la interfaz entre ciencia y políticas públicas para generar conocimiento (MAPS-CHILE, 2016).

Energía solar, MMA.

Figura 4-5. Escenario Requerido por la Ciencia a escala nacional, actualizado al escenario RCP 2.6



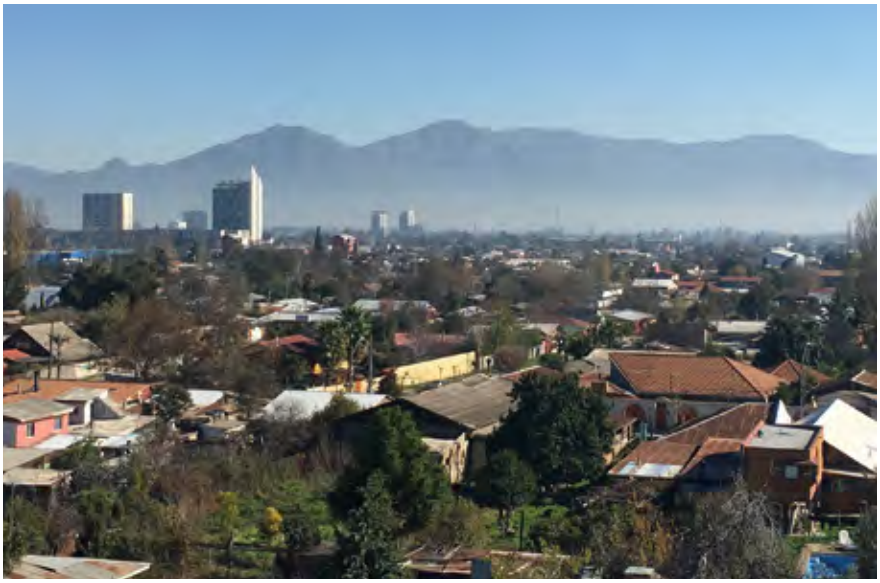
Fuente: MAPS-Chile, 2016

4. 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.

A continuación se describen las acciones que aportan a la reducción de emisiones de los principales sectores del país.



Rancagua.

4.1. 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 los privados son los responsables de realizar las inversiones.

Las emisiones del sector derivan de las actividades de exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación, exportación y cualquier otra materia que concierna a electricidad, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, energía geotérmica, energía solar y otras fuentes energéticas. Las emisiones provienen principalmente de la generación y el consumo de distintos tipos de energía (MMA, 2011).

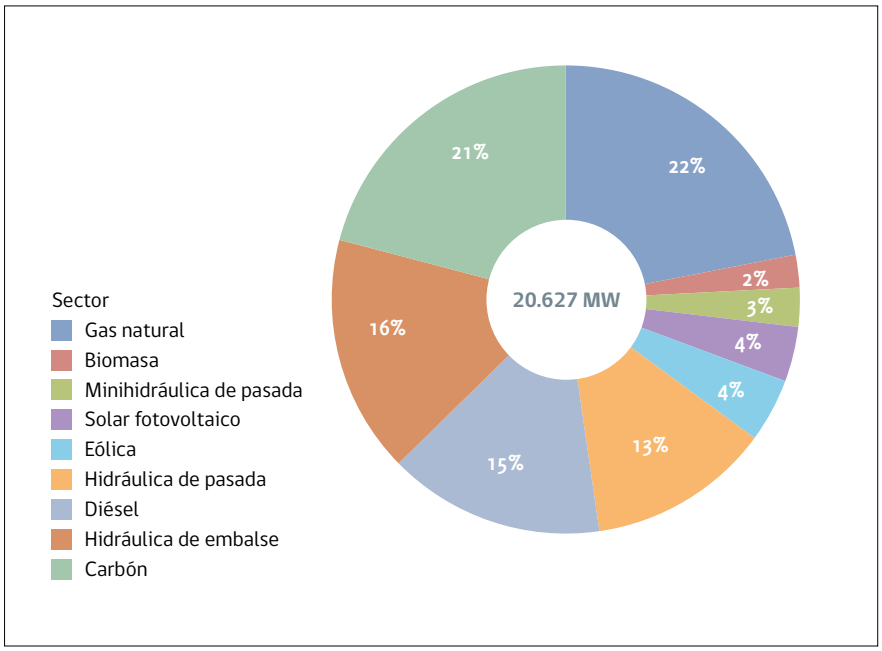
4.1.1. Marco institucional del sector con impacto en mitigación

En diciembre de 2009 se promulgó la Ley 20.402, que crea el Ministerio de Energía, organismo encargado de elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético del país, de velar por su cumplimiento y de asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía en Chile. Además, se encarga de preparar información clave para el desarrollo del sector.

En relación con la generación de energía en el país, a junio de 2016 la capacidad instalada total en la matriz energética nacional es de 20.627 MW, separada principalmente en el Sistema Interconectado Central (SIC) (79,49% de la capacidad instalada) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) (19,72% de la capacidad instalada), además de los pequeños sistemas de Aisén y Magallanes (0,29% y 0,49% de la capacidad instalada, respectivamente) (CNE, 2016).

Con respecto a las energías renovables no convencionales (ERNC), a partir de 2010 el sistema eléctrico chileno debe cumplir con una cuota de inyección de este tipo de energías. Esta cuota fue incrementada en 2013 por la Ley 20.698, que exige que en 2025 al menos el 20% de las inyecciones provenga de ERNC para los contratos afectos a dicha ley. En los últimos años este tipo de fuentes ha aumentado, pasando de 286 MW de capacidad instalada en 2005 a 2.720 MW en 2016, lo que representa el 13,15% de la capacidad total de los sistemas eléctricos de Chile (Figura 4-6) (CNE, 2016).

Figura 4-6. **Capacidad total instalada en Chile por tipo de fuente, 2016**



Fuente: CNE, junio de 2016

Las instituciones vinculadas al Ministerio de Energía que están estrechamente ligadas al desarrollo de acciones que reducen emisiones de GEI se mencionan a continuación.

AGENCIA CHILENA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (ACHEE): es una fundación de derecho privado, sin fines de lucro, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía articulando a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional, e implementando iniciativas público-privadas en los distintos sectores de consumo energético, con el fin de contribuir al desarrollo competitivo y sustentable del país. Su función es ejecutar proyectos y programas específicos que impulsen la disminución del consumo energético en sectores tales como industria y minería, transporte, residencial y comercial. También trabaja en educación y difusión de la eficiencia energética, para transformarla en un valor cultural y así promover cambios de conducta en la ciudadanía (ACHEE, 2016).

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE): es un organismo público descentralizado, con patrimonio propio y plena capacidad para adquirir y ejercer derechos y obligaciones, que se relaciona con la Presidencia de la República por intermedio del Ministerio de Energía. Es el organismo encargado de analizar precios, tarifas y normas técnicas a las que deben ceñirse las empresas de producción, generación, transporte y distribución de energía, con el objeto de disponer de un servicio suficiente, seguro y de calidad, compatible con la operación más económica (CNE, 2016).

COMITÉ PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LA ENERGÍA SOLAR: iniciativa reciente de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) que tiene por objeto liderar la implementación de las iniciativas identificadas en la hoja de ruta del Programa Estratégico Solar. Este programa debe promover soluciones energéticas que contribuyan a mejorar la competitividad de la industria nacional, en particular la minería, para desarrollar una industria solar nacional con alta capacidad tecnológica y vocación exportadora, y un sector de ciencia y tecnología con capacidades de investigación internacional, conectada con las necesidades de la industria, la que se espera se transforme en un sector relevante para el desarrollo del país.

Las principales metas del programa son producir innovación e investigación tecnológica nacional en esta área, atraer inversionistas, capturar valor local, crear empleos, el desarrollo de proveedores de la industria solar, la disminución del costo nivelado para la energía solar y la exportación de servi-

cios de ingeniería, servicios tecnológicos, sistemas fotovoltaicos y otros.

4.1.2. Avances del sector con impacto en la mitigación

Durante los últimos años el Gobierno ha tomado una serie de medidas institucionales, políticas y regulatorias para mejorar la institucionalidad, introducir ERNC en la matriz energética, transitar hacia una matriz más limpia y tender a un uso más eficiente de la energía. Los principales avances se detallan cronológicamente a continuación.

En 2004 se promulgó la Ley Corta I (Ley 19.940) que estableció la excepción de pago por transmisión a medios de generación no convencionales, el derecho a conexión en distribución para pequeños generadores (menores de 9 MW y entre 9 y 20 MW) y estimuló el desarrollo de inversiones a través de licitaciones de suministro.

En octubre de 2004 se publicó el Reglamento sobre Concesiones de Energía Geotérmica, definido en la Ley 19.657 de 2000. En esta ley y su reglamento se establece el procedimiento que faculta a toda persona natural o jurídica a solicitar una concesión de energía geotérmica, y a participar en una licitación pública para el otorgamiento de una concesión de energía geotérmica.

En abril de 2008, la Ley 20.257 de Energías Renovables no Convencionales introdujo modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos, y estableció para las empresas de generación eléctrica con capacidad instalada superior a 200 MW la obligatoriedad de acreditar la participación de ERNC en la matriz de generación eléctrica en Chile, de manera de llegar al 10% en 2024.

En agosto de 2010 entró en vigencia la Ley 20.365, que otorgó una franquicia tributaria a sistemas solares térmicos (SST) para el agua caliente sanitaria en viviendas nuevas y un subsidio directo a la instalación de SST en viviendas sociales nuevas, para propiciar el acceso y la equidad energética de la población más vulnerable con un medio para obtener agua caliente sanitaria.

En 2011, el Ministerio del Interior y Seguridad Pública y el Ministerio de Energía oficializaron un instructivo sobre la aplicación de medidas de ahorro energético en la administración pública, cuya meta es lograr un mínimo de **5% de reducción del consumo eléctrico en los edificios públicos.** El seguimiento de este instructivo lo lidera la ACHEE a través de la Plataforma de Registro de Consumo de Energía de los Edificios Públicos.

En febrero de 2012 se lanzó la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, cuyo pilar es la eficiencia energética, y que entre otras cosas define como meta la **disminución en 12% de la demanda proyectada de energía del país para 2020 con respecto a 2010.**

En 2013 esta política dio pie al Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE2020), que define una serie de medidas concretas destinadas a alcanzar esta meta. Como parte de ese trabajo se creó el Comité Interministerial de Eficiencia Energética (CIEE),[9] se fortaleció el Programa de Etiquetado de Artefactos, se comenzaron a definir los

Planta solar Quilapilún, Colina.

[9] *El CIEE está presidido por el ministro de Energía y constituido por los ministros del Interior y Seguridad Pública; Hacienda; Economía, Fomento y Turismo; Desarrollo Social; Obras Públicas; Vivienda y Urbanismo; Minería; Transportes y Telecomunicaciones, y Medio Ambiente.*

Estándares Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS), se lanzó el Sello de Eficiencia Energética para empresas, y se creó el sistema de calificación energética para viviendas nuevas y el etiquetado vehicular, entre otras iniciativas.

En octubre de 2013 se emitió la Ley 20.698 (conocida como Ley 20/25), que elevó el desafío de la anterior Ley 20.257 de 2008 al establecer que la participación de las ERNC en la matriz de generación eléctrica en Chile debe llegar al 20% en 2025.

En marzo de 2012, la Ley 20.571 (Net Billing) otorgó a los clientes regulados de las empresas distribuidoras el derecho a generar su propia energía eléctrica, autoconsumirla y que el valor de sus excedentes energéticos aportados a la red de distribución sean descontados en sus facturas de energía. Los proyectos de autogeneración solo pueden ser de energías renovables o cogeneración eficiente.

A principios de 2014 el CIEE anunció la presentación de un proyecto de ley de eficiencia energética que tiene por objeto promover, orientar y regular el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, con la finalidad de fomentar mejoras en la productividad y competitividad de nuestra economía, mejorar la calidad de vida de las personas, y así contribuir con el desarrollo sustentable del país. A junio de 2016, este proyecto de ley está en etapa de revisión prelegislativo.

El 15 de mayo de 2014 se presentó la Agenda de Energía de Chile, que es el resultado de un diálogo abierto y participativo que sostuvo el Gobierno con actores sociales, políticos, parlamentarios, municipales, empresariales, la sociedad civil y la academia. Esta agenda estableció dentro de sus tareas "diseñar y ejecutar una Política Energética de largo plazo, que contara con validación social, política y técnica", para lo cual especificó dos horizontes de trabajo: uno de corto plazo, para someter a discusión las líneas de trabajo en términos de estándares, políticas y regulaciones que garanticen la factibilidad técnica y sustentabilidad de la matriz energética, y otro horizonte de mediano y largo plazo, para discutir aquellos aspectos estratégicos y tecnológicos que definan la matriz energética que el país impulsará hacia 2050 (Ministerio de Energía, 2015).

Archivo MMA.

En el marco de la agenda, y para cumplir la tarea de elaborar la Política Energética, se constituyó un comité consultivo, el que publicó en septiembre de 2015 la "Hoja de ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile", que contiene los elementos clave que consideraría la Política Energética. La agenda incorpora una serie de objetivos y metas, como el levantamiento de las barreras existentes para las ERNC (con el compromiso de que el 45% de la capacidad de generación eléctrica que se instale en el país entre los años 2014 y 2025 provenga de este tipo de fuentes) y el fomento del uso eficiente de la energía como recurso energético (con una meta de ahorro de 20% para 2025 considerando el crecimiento esperado en el consumo de energía del país para esa fecha).

En diciembre de 2015 se publicó la "Política Energética 2050", documento que fue el resultado de un proceso de

participación ciudadana de cerca de dos años de duración, que establece metas y lineamientos que apuntan hacia una matriz de generación diversificada, más limpia y segura, y de menor costo. Esta política se inserta en la estrategia de desarrollo económico, social e institucional del país, dado que se entiende que no puede limitarse a definir reglas para el funcionamiento del mercado y a reaccionar ante contingencias, sino que es esencial el rol articulador del Estado para proponer visiones de desarrollo energético de largo plazo, desde una mirada sistémica. El objetivo de la política es avanzar hacia una energía sustentable en todas sus dimensiones, basada en los atributos de confiabilidad, inclusividad, competitividad y sostenibilidad ambiental (Ministerio de Energía, 2015).

La Política Energética sostiene su visión de largo plazo en los siguientes pilares:

1) seguridad y calidad de suministro
2) energía como motor de desarrollo
3) energía compatible con el medio ambiente
4) eficiencia y educación energética

Dentro de las metas comprometidas en la Política Energética para el año 2050 destaca que "al menos el 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables", y se define además una meta intermedia de al menos 60% para el año 2035. Estas metas, sumadas a otras como la gestión de energía y la reducción de emisiones en sectores que son grandes consumidores de energía, y metas claras de eficiencia energética en vehículos, edificaciones y artefactos, se espera que tengan un impacto importante en la reducción de emisiones de contaminantes locales y globales.

Como parte de las medidas en que se ha estado avanzando, y que implican una reducción relevante en las emisiones de carbono, se incluyen programas como la instalación de techos solares públicos, la reconstrucción de viviendas con paneles de energía solar en el norte, la entrega de ampolletas de bajo consumo a residentes en todo el país, el recambio de alumbrado público a tecnologías más eficientes y la electrificación rural con energías renovables.

En cuanto a los avances en la matriz energética propiamente tal, a julio de 2016 había 52 centrales en construcción, equivalentes a 3.345 MW, de los cuales el 71% serán producto de energías renovables, y el 45% específicamente ERNC, con un gran impulso de las energías solar y eólica. Cabe destacar que, en julio de 2016, la última licitación de energía eléctrica (por veinte años a partir de 2021) para abastecer a clientes residenciales adjudicó la gran mayoría de los proyectos de generación a energía eólica y solar.

Archivo MMA.

En materia de cambio climático, la Política Energética se compromete a cumplir el compromiso adquirido en la COP21; a diseñar e implementar un Plan de Mitigación y un Plan de Adaptación del sector; a analizar instrumentos de mitigación en alianza con el Partnership for Market Readiness (ver punto 9.2) y a promover el uso de combustibles de bajas emisiones, así como a gestionar las emisiones de GEI en la gran industria.

Como parte del PANCC 2017-2022, el Ministerio de Energía prepara un Plan de Mitigación sectorial que se enmarca en la Política Energética y en el cumplimiento de la Contribución Nacional. Este plan propondrá la implementación de medidas tanto para el subsector de la generación eléctrica como para otros subsectores del sector Energía, según se define en el INGEI de Chile (transporte, minería, comercial, público y residencial, etc.). El cumplimiento de compromisos internacionales de mitigación, así como el apoyo a la implementación de la PE 2050, son parte de los objetivos del Plan de Mitigación. Para ello se está realizando un trabajo de coordinación con otros sectores relevantes (como Minería, Transportes y Vivienda), de manera de validar las medidas que se identifiquen. En el proceso de levantamiento y validación de las medidas de este plan sectorial se están considerando antecedentes que provienen del proyecto MAPS, así como de otras iniciativas más recientes.

1er Bus eléctrico.

4.1.3. Otras acciones de mitigación del sector

En el nivel local, el Ministerio de Energía cuenta con el programa Comuna Energética (CE), una herramienta de gestión y un proceso de acreditación para las comunas de Chile, que establece tanto planes y acciones interdisciplinarias como procesos orientados de corto, mediano y largo plazo para la gestión energética de las comunas. Con este programa, la gestión energética de una comuna es identificada, analizada, revisada, coordinada e implementada sistemáticamente de acuerdo con una serie de metas y objetivos. El programa contempla una acreditación inicial —Sello CE en proceso— y una acreditación definitiva —Sello CE—, según se cumpla un conjunto de acciones de gestión y organización, además de requerimientos de desempeño específicos.

El proceso consta de tres fases: preevaluación, el desarrollo de una Estrategia Energética Local (EEL) y la acreditación propiamente tal. Los principales impactos y beneficios de este programa tienen que ver con la formación de capacidades en el tema energético (sensibilización); con planificación del desarrollo energético a largo plazo; con el mejoramiento de la imagen pública de la comuna y la visibilidad de la implementación de los proyectos; con la posibilidad de comparar los avances con los de otras comunas y fomentar el intercambio de experiencias; con el fortalecimiento de la industria local (desarrollo productivo) y con el alineamiento con otras iniciativas de certificación energético-ambientales (Ministerio de Energía, 2016).

En el contexto de las NAMA, el Ministerio de Energía y la CORFO han desarrollado un proyecto de sistemas de energía de autoabastecimiento basados en energías renovables. El objetivo general de esta NAMA es promover la incorporación de sistemas de energías renovables para el autoabastecimiento en Chile creando las condiciones financieras y técnicas para las primeras etapas del desarrollo de esta industria emergente. La NAMA abordará los obstáculos técnicos y financieros a los sistemas de energía renovable de pequeña y mediana escala para autoabastecimiento en los sectores industriales, agrícolas y comerciales, a través de instrumentos financieros, de asistencia técnica, y de actividades de divulgación y sensibilización. Esta NAMA cuenta con financiamiento internacional provisto por el fondo NAMA Facility.

4.2. Sector Transporte

Las emisiones asociadas al transporte terrestre se han incrementado en 190% desde 1990, debido principalmente al progresivo aumento del parque vehicular nacional. Este genera emisiones de contaminantes atmosféricos que impactan de manera directa a los habitantes de grandes centros urbanos. Controlar este tipo de emisiones, especialmente las de material particulado y sus precursores, ha sido el principal foco del trabajo regulatorio y de fiscalización de las autoridades ambientales y del transporte, lo que se ha traducido en iniciativas orientadas principalmente a la reducción de contaminantes locales, y no específicamente a la mitigación de GEI. No obstante, en los últimos años el Gobierno ha tomado medidas para incentivar la investigación, el fortalecimiento institucional, y la generación de políticas y regulación, con la finalidad de mejorar la gestión de los

sistemas de transporte y resguardar el derecho de los usuarios, medidas que también tienen un impacto en la reducción de emisiones de GEI.

4.2.1. Marco institucional del sector con impacto en mitigación

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), a través de la Subsecretaría de Transportes (Subtrans), es la institución pública encargada de producir políticas, normas y condiciones para el desarrollo de sistemas de transporte eficientes, seguros y amigables con el medioambiente, y de otorgar un acceso equitativo a los distintos modos de transporte, asegurando que los servicios sean de calidad y resguardando los derechos de los usuarios. La fiscalización de los vehículos radica en esta Subsecretaría, e incluye el control de las emisiones vehiculares asociadas a la contaminación atmosférica local y global.

Para fortalecer el rol planificador y de desarrollo que le concierne a la Subtrans, en 2012 se creó la Coordinación de Planificación y Desarrollo, PyD, que reúne la mayor parte de la capacidad técnica de la Subsecretaría y gestiona los objetivos y tareas del Programa de Vialidad y Transporte Urbano (Sectra), la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), la Unidad de Ciudades Inteligentes (UCI), la Unidad de Gestión de Corto Plazo (UGCP) y la Unidad de Gestión de Proyectos de Infraestructura (UGPI), lo que provee una visión transversal de las materias de planificación y coordinación de inversiones que a la Subtrans le corresponden (MTT, 2013).

La planificación del transporte urbano, cuyo objetivo principal es mejorar la movilidad de las grandes y medianas ciudades, recae en Sectra, organismo técnico especializado a cargo de planificar de manera integral y de evaluar socialmente las iniciativas de inversión en infraestructura y gestión de los sistemas de transporte nacional, regional y local. Además, trabaja permanentemente en el desarrollo de metodologías, modelos y herramientas de simulación para analizar el sistema de transporte. Desde 2001, realiza estudios orientados a evaluar las emisiones del transporte urbano, incluyendo gases contaminantes locales y de efecto invernadero, así como consumos de combustible.

Por otra parte, con la finalidad de establecer un marco institucional que guíe el trabajo sectorial en el largo plazo, en 2013 se formuló la Política Nacional de Transportes (PNT), que fija los objetivos, principios e instrumentos que permitirán planificar e implementar los sistemas de transporte que se necesitarán en el futuro, contribuyendo así al desarrollo social y económico del país.

Uno de los instrumentos que apunta a materializar la PNT es el Plan Maestro de Transporte Santiago 2025, desarrollado en 2013 y que nace de la necesidad de contar con una guía para la gestión y las inversiones estratégicas en infraestructura que defina un sistema de transporte urbano que satisfaga las necesidades de movilidad de las personas y las mercancías en Santiago en el largo plazo (Subsecretaría de Transportes, 2013). Este representa el primer esfuerzo conjunto para planificar la ciudad con una mirada integral.

Por su parte, en 2014 se lanzó la Estrategia de Ciudad Inteligente para el Transporte Chile 2020, iniciativa de la Unidad de Ciudades Inteligentes del MTT que busca resolver los problemas de movilidad y avanzar en modelos de ciudad inteligente para el transporte, con un enfoque atento a la innovación, inclusión, colaboración, descentralización, integración y sustentabilidad. Uno de los objetivos que persigue la estrategia es: "Aumentar la sosteni-

Inicio período GEC.

bilidad y disminuir las externalidades del sistema de transporte urbano, por medio de tecnologías y estrategias que acoten el número de viajes, disminuyan la huella de carbono y reduzcan el impacto ambiental del sistema de transporte".

Con respecto al trabajo y desarrollo normativo, uno de los hitos más relevantes fue la actualización de las normas de emisión, que apunta a reducir los contaminantes de los vehículos motorizados en todo el territorio nacional, y así mejorar la calidad de vida en las ciudades, a través de nuevas normas como las Euro IV y V (MTT, 2012).

Dentro de las iniciativas de mitigación de emisiones de GEI desarrolladas en el periodo 2010-2015, cabe destacar el trabajo realizado por la Sectra a través del proyecto Desarrollos Metodológicos para la Estimación de Emisiones de CO_2 en Transporte, cuyo objetivo principal fue el desarrollo o actualización de metodologías y herramientas que permitan evaluar los cambios en las emisiones de CO_2 en planes, políticas o proyectos de transportes urbanos e infraestructura, como puertos y aeropuertos, útiles además para el Sistema Nacional de Inversiones (SIN). Las herramientas generadas corresponden a los modelos MODEM, STEP Y CEPYA. Cabe señalar que se encuentra en desarrollo un estudio financiado por la Embajada Británica, ejecutado por un consultor y auspiciado por el Ministerio de Desarrollo Social, el Ministerio de Obras Públicas y el MMA, que entregará entre sus resultados un valor para el precio social del carbono. A partir de este precio, las disminuciones de emisiones estimadas con los modelos mencionados se podrán valorar e incluir en los flujos de beneficios de los proyectos de transporte.

Tránsito Santiago, archivo MMA

Además de las acciones que se realizan en el contexto de mitigación en el país, desde 2014 la Ley de Reforma Tributaria cuenta con los impuestos verdes, que gravan las emisiones de contaminantes locales de vehículos y fuentes fijas, más un impuesto específico a las emisiones de CO_2 de fuentes térmicas. El primero de ellos, denominado Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos, es un gravamen que se aplica por una única vez a los automóviles nuevos, livianos y medianos, dependiendo de su rendimiento urbano, y tiene como objetivo incentivar el ingreso de vehículos menos contaminantes, lo que tenderá a la construcción de un parque vehicular más limpio y eficiente. Según cifras del MMA, hasta mayo de 2015 el impuesto ha logrado reducir en más de 30% la participación de vehículos diésel en el sector liviano (MMA, 2015b).

4.2.2. Avances del sector orientados a la mitigación

El transporte terrestre es el principal emisor de GEI del sector, por lo que se ha mantenido activa la búsqueda de opciones sectoriales de beneficio ambiental que también contribuyan a la mitigación de emisiones de GEI. Las principales se detallan a continuación.

Promoción de la incorporación de tecnologías vehiculares bajas en carbono

Una de las iniciativas del sector público orientadas a la promoción de tecnologías bajas en carbono fue la incorporación de la Etiqueta de Consumo Energético en los vehículos nuevos, la cual tuvo carácter de voluntaria durante 2012 y a partir de 2013 comenzó a aplicarse obligatoriamente a todos los vehículos livianos de pasajeros, de uso particular y de menos de 2.700 kilos. El fin es facilitar la decisión de compra de los consumidores, proporcionando información sobre consumo de

combustible y emisiones de CO_2. Esta iniciativa fue desarrollada en conjunto por los Ministerios de Energía, Transportes y Telecomunicaciones, y Medio Ambiente.

Asimismo, en 2014 se desarrolló el estudio "Mejoramiento tecnológico en buses del sistema de transporte público de Santiago (Transantiago)", cofinanciado por la Embajada Británica y el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), cuyo objetivo fue entregar recomendaciones para facilitar la inclusión y acelerar la inversión en buses con tecnologías de cero y baja emisión (ZLEV, por su sigla en inglés) en los procesos de renovación de flota proyectados para el periodo 2015-2022 (DTPM, 2014). Los resultados demostraron que la incorporación de buses con este tipo de tecnologías al sistema de transporte público de la capital permitiría mitigar emisiones de contaminantes e incrementar la eficiencia energética del transporte público en Chile.

Reestructuración del ordenamiento del sistema de transporte público urbano

Durante la década pasada, el MTT y la Sectra trabajaron junto a los Gobiernos Regionales (GORE) en proyectos de reestructuración del ordenamiento del transporte público, con el objetivo de mejorar la movilidad en las ciudades más grandes del país. La iniciativa más importante del periodo fue la implementación del Transantiago en la Región Metropolitana, cuyo inicio en 2007 como parte del Plan de Transporte Urbano para Santiago 2000-2010 marcó la apertura de una nueva era para el transporte público de la capital. Transantiago es un sistema de transporte público integrado que combina el uso del Metro de Santiago con la totalidad

Archivo MMA.

de las líneas troncales y alimentadoras de buses, ordenadas por sectores de la ciudad. Su objetivo es aumentar el número de usuarios del transporte público ofreciendo un sistema económica, social y ambientalmente sustentable que incentive el uso racional del automóvil.

Dentro de las actividades orientadas a disminuir la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI se encuentran la renovación de flota y los planes para mejorar la gestión energética de los buses. En 2011 se estimó una reducción del 30% en las emisiones de CO_2 eq respecto del sistema de transporte público de 2006 (Coordinación General de Transportes de Santiago, 2011).

Por otra parte, en 2012, con el auspicio de la Embajada Británica, se llevó a cabo un estudio para diseñar un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para el Transantiago, con la finalidad de lograr una mejora continua en el desempeño ambiental del sistema y cumplir con las metas del Gobierno referidas a la reducción de GEI y contaminantes locales (DTPM, 2012). Dentro del plan estratégico diseñado en el estudio, compuesto por tres líneas de acción, destaca la recomendación de incorporar una flota de buses con tecnologías de bajas emisiones, híbridos y eléctricos, durante el periodo 2013-2018. De esta manera, y como parte de las medidas asociadas al Plan de Mejoramiento de Transantiago iniciado en 2014, durante 2015 se incorporaron cerca de setenta nuevos buses de alto estándar, lo que beneficia a más de diez mil usuarios diariamente. Además, ese mismo año se presentó el primer bus en operación normal con tecnologías Euro VI, en lo que constituye un avance en materia de reducción de la emisión de contaminantes (MTT, 2015).

Entre 2010 y 2015, además, se actualizaron los Planes Maestros de Transporte Urbano de todas las capitales regionales y de las principales ciudades del país, lo que permite contar con una cartera de proyectos de transportes para trabajar en el mediano y largo plazo.

Recambio tecnológico de flotas

En 2011, como parte de los contenidos incorporados en la Ley de Subsidios para el Transporte Público, el MTT dio inicio al programa Renueva Tu Micro, que daba acceso a financiamiento a los propietarios de buses de transporte público de regiones y del área rural de la Región Metropolitana para renovar vehículos con una antigüedad igual o superior a doce años. Los buses antiguos salen de circulación y se convierten en chatarra para evitar que sean

operados en otras localidades, lo que a su vez contribuye a la descontaminación. Desde que comenzó el programa, en enero de 2015, se han renovado más de 2.850 buses en el territorio nacional (MTT, 2014).

Con el mismo objetivo, durante 2015 se puso en marcha el programa Renueva Tu Colectivo, un subsidio entregado por los GORE para renovar el parque vigente de taxis colectivos por vehículos menos contaminantes, con estándares de calidad superior, más eficientes y seguros.

Promoción de alternativas modales

Respecto de la promoción del uso de medios no motorizados en las ciudades, durante la década pasada el MTT, la Sectra, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y las autoridades regionales realizaron un intenso trabajo, principalmente de creación y mantenimiento de infraestructura de ciclovías. Ese trabajo continúa y en 2012, impulsada por el interés de las autoridades del MTT y las crecientes tasas de uso observadas en distintas ciudades de Chile, se creó la Unidad de Fomento al Uso de la Bicicleta, cuya finalidad es promover de manera centralizada este modo de transporte.

En 2013 se aprobó el Plan Maestro de Ciclovías de Santiago, que contempla una red de aproximadamente 932 km de ciclovías para la capital, y que forma parte del Plan Maestro de Transporte Santiago 2025. Y en 2014 se anunció el Plan de Ciclovías, iniciativa nacional comprometida en el actual Programa de Gobierno que contempla la construcción de 190 km de ciclovías de alto estándar, que se extenderán por todas las regiones del país y beneficiará a 32 ciudades. Respecto del estado de avance, en 2015 la primera iniciativa ya tenía alrededor de 252 km de ciclovías construidos, mientras que el Plan de Ciclovías contaba con aproximadamente 63 km construidos.

Archivo MMA.

Medidas de eficiencia energética en el sector

Destaca el trabajo que la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, a través de su línea de desarrollo de transporte, ha realizado en los subsectores que abarca, como el transporte de carga terrestre, el transporte público de pasajeros y el transporte particular.

Respecto del transporte de carga terrestre, desde 2011 destaca el programa para incorporar herramientas de gestión de la eficiencia energética en empresas de este subsector, como sistemas de gestión de energía que puedan ser autogestionados y medidas acordadas en los planes de acción de las empresas participantes, como la gestión de neumáticos, el control de ralentí y la incorporación de dispositivos aerodinámicos. Desde el inicio del programa en diciembre de 2015, se estima que se ha logrado una reducción del consumo energético equivalente a 5.034 MWh, lo que se traduce en 1.343 tCO_2 eq no emitidas.[10]

En el caso del transporte público de pasajeros, en 2011 se creó el programa destinado a mejorar los estándares de gestión energética de buses en Santiago, que impulsa buenas prácticas en el consumo de combustible mediante una experiencia piloto en una de las empresas de Transantiago. Con medidas de gestión de ralentí, sumadas a un

[10] *Información proporcionada por el área de Medición y Verificación de la ACHEE en julio de 2016.*

análisis de información para la toma de decisiones, fue posible disminuir el consumo energético en 5% (ACHEE, 2012).

Finalmente, una de las iniciativas vinculadas tanto al transporte particular como al transporte de carga y de pasajeros es el programa para incentivar la adopción voluntaria de las técnicas de conducción eficiente a través del sitio www.conduccioneficiente.cl, que entrega información y contenidos multimedia para que los usuarios incorporen los conceptos de conducción eficiente y así aumentar el rendimiento del vehículo. Mediante evaluaciones en terreno se han podido determinar disminuciones de consumo energético de hasta 13%.

4.2.3. Medidas de mitigación de emisiones de GEI en empresas

Algunas acciones de reducción de GEI propuestas por empresas durante el periodo 2010-2015 provienen de Metro de Santiago, la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) y LAN Airlines, hoy LATAM (Sistemas Sustentables, 2014a).

Durante el periodo 2010-2015 el Metro de Santiago extendió su red de servicio. Así, entre 2010 y 2011 se inauguraron dos tramos de extensión de la línea 5, sumando un total de doce estaciones, y, además, se agregaron tres nuevas estaciones a la línea 1. En 2012 se anunció la construcción de dos nuevas líneas, la línea 6 (15 km) y la línea 3 (22 km), las cuales comenzarán a operar en 2017 y 2018, respectivamente, sumando un total de 37 km a la actual red. En diciembre de 2015 estas nuevas líneas registraban en conjunto un 55% de avance físico (MTT, 2015).

Entre 2014 y 2015 EFE desarrolló un proyecto ferroviario de transporte de pasajeros de trenes expresos que unirán Santiago con Nos y Rancagua, cuyos recorridos operarán con mayor frecuencia que los servicios actuales, que considera diez estaciones, ocho cruces vehiculares con solución desnivelada y cuarenta pasos peatonales, entre otras medidas. Entre los avances, destaca la habilitación de nuevos talleres ubicados en la Maestranza San Eugenio, los cuales albergan dieciséis nuevos trenes que operarán en estos servicios desde 2016 (MTT, 2015). Por otra parte, cabe destacar la construcción de la extensión hacia Coronel de la línea 2 del Biotrén del Gran Concepción durante 2015, en la Región del Biobío, sumando siete estaciones y cuya operación se inició en 2016.

Finalmente, la empresa LAN Airlines, hoy LATAM, viene desde 2011 trabajando para disminuir sus emisiones de CO_2 acorde a la estrategia sectorial impulsada por la IATA (International Air Transport Association), que busca reducir las emisiones de la industria aérea mundial, responsable del 2% de las emisiones de CO_2 generadas por el ser humano (LAN, 2012). Para cumplir con este compromiso, la IATA se fijó como meta mejorar la eficiencia en el uso del combustible en 1,5% anual, para alcanzar un crecimiento carbono neutral en 2020 y posteriormente reducir sus emisiones un 50% en 2050, respecto de 2005. Entre 2016 y 2018 se prevé una reducción del consumo de combustible del 2% anual a través de la incorporación de aviones de alta eficiencia.

Bus eléctrico, archivo MMA

4.2.4. Otras acciones de mitigación del sector

En 2011 nace el proyecto Zona Verde para el Transporte de Santiago (ZVTS), enmarcado en el diseño de proyectos para mitigar las emisiones de GEI en el sector Transporte, y que gracias al financiamiento de la Embajada Británica y el patrocinio del MMA y del MTT, fue la primera Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA) del sector. Se inscribió ante las Naciones Unidas en 2014, con la Ilustre Municipalidad de Santiago como titular. Su diseño considera cuatro iniciativas que promueven modos de transporte más eficientes, con la finalidad de reducir el impacto de las emisiones del transporte urbano de pasajeros dentro del casco histórico de Santiago. Estas iniciativas se clasifican en asociadas al uso de nuevas tecnologías para vehículos (eléctricas e híbridas) y en relacionadas con el cambio modal (fomento de vehículos no motorizados, gestión y rediseño del tránsito).

Durante 2015 en el marco de la ZVTS entraron en circulación tres taxis eléc-

tricos, cuyos cupos fueron otorgados por la SEREMITT RM. Además, el proyecto Sistema Interconectado de Bicicletas Públicas (SIBP), asociado a esta NAMA, se implementó exitosamente en el área que comprende la ZVTS y cuenta actualmente con 18 estaciones, 5 más de las proyectadas, superando ampliamente las estimaciones de demanda por este servicio.

Finalmente, en 2016 la NAMA obtuvo financiamiento internacional –del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)– para una consultoría que establezca la línea base y el sistema MRV de los impactos asociados a su implementación, considerando los mejores y más apropiados indicadores para medir su avance, teniendo en cuenta aspectos clave de la realidad local.

4.3. Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura

El sector presenta emisiones y capturas provenientes de suelos forestales, praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, humedales y suelos desnudos. Las emisiones se producen debido a las cortas (raleos o cosechas) de plantaciones forestales, a la extracción de leña y cortas ilegales, a cortas del bosque nativo manejado y a incendios forestales. Por su parte, las fuentes de capturas de carbono son principalmente producto de renovales de bosque nativo, regeneración del bosque nativo manejado y plantaciones forestales, mayoritariamente exóticas.

4.3.1. Marco institucional

El Ministerio de Agricultura (MINAGRI) es la institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad de este sector en el país, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), del Instituto Forestal (INFOR), del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), entre otros servicios. Contribuye al desarrollo del sector mediante una serie de regulaciones y programas destinados a la transferencia de tecnología, la innovación y el apoyo financiero a pequeños productores, con el fin de potenciar la productividad y competitividad de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

Andreas Schmidt

Chiloé, Macarena Mella

La CONAF, a través de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales de la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal, se encuentra en proceso de formulación e implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), que cuenta con la participación del CIREN, centro que colabora en la definición de precursores de deforestación y degradación del bosque nativo para todo el país, y del INFOR, que está apoyando la elaboración de los Niveles de Referencia Fo-

restal de Chile, así como en la mejora de los mecanismos de MRV.

La CONAF es el punto focal nacional ante la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y ante el enfoque de Reducción de Emisiones asociadas a la Deforestación, Degradación y Aumentos de Existencias de Carbono Forestal (REDD+)[11] de la CMNUCC.

4.3.2. Avances del sector con impacto en mitigación

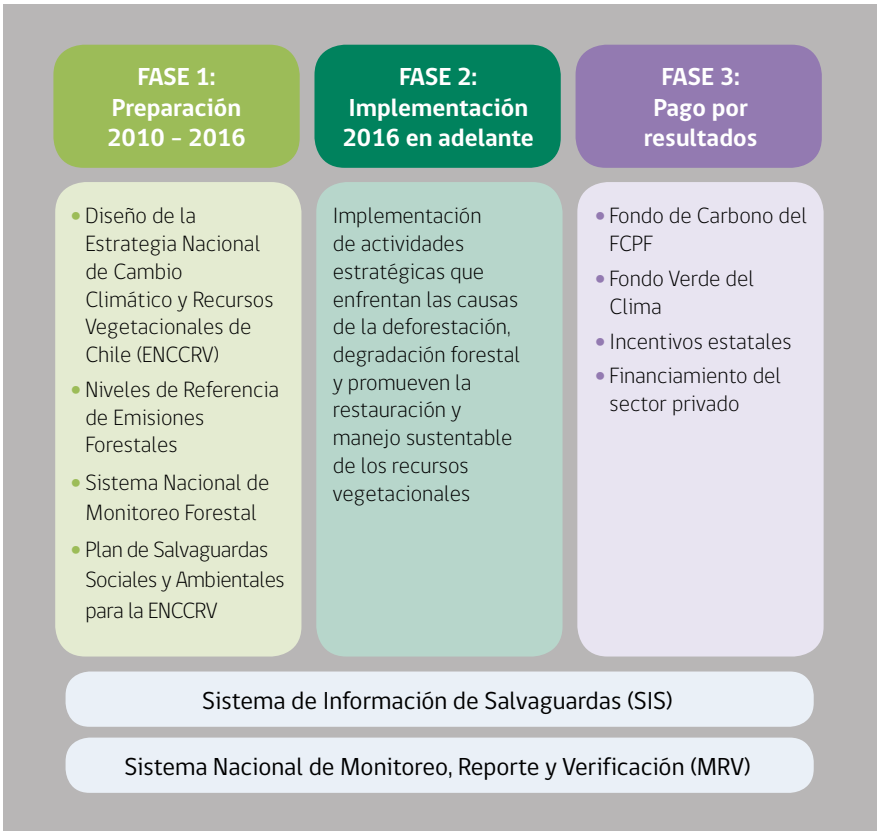
En virtud de la capacidad del sector para aportar en mitigación, Chile presenta en su Contribución Nacional Tentativa una contribución específica de este sector, asociada al manejo sustentable y la recuperación de bosque, principalmente nativo, y a la forestación, en su mayoría con especies nativas. El instrumento clave para cumplir esta meta forestal es la ENCCRV, de responsabilidad de la CONAF, que se encuentra en proceso de formulación e implementación a cargo de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (CONAF, 2016a).

El objetivo general de la ENCCRV es facilitar el establecimiento de una plataforma legal, técnica, operativa y financiera para normar y promover la conservación, la recuperación y el uso racional de los recursos vegetacionales, desde una lógica que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático, y a los consecuentes procesos de desertificación, sequía y degradación de tierra, con énfasis en aquellos territorios con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental.

Las principales directrices de la ENCCRV son el enfoque Reducción de Emisiones por Deforestación, Degradación Forestal y Aumento de Existencia de Carbono (REDD+) y el concepto de Degradación Neutral de la Tierra (LDN).[12] Por otra parte, la estrategia será una herramienta para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

El desarrollo de la ENCCRV contempla tres fases, que se presentan en la Figura 4-7.

Figura 4-7. Fases de trabajo y actividades comprometidas en la ENCCRV



Fuente: Elaboración a partir de CONAF, 2016a

[11] *Enfoque de la CMNUCC centrado en la reducción de emisiones de GEI causadas por la deforestación y degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO_2. REDD+ busca promover la provisión de incentivos positivos a los países en vías de desarrollo para proteger sus recursos forestales, mejorar su gestión y utilizarlos de manera sostenible con el fin de contribuir a la lucha global contra el cambio climático y sus efectos.*

[12] *Asociado a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), se introdujo como "degradación neutral de las tierras", en una propuesta presentada en Río+20. Dentro de las generalidades planteadas para lograr esta meta u objetivo están: (a) gestionar la tierra de manera más sostenible, lo que reduciría la tasa de degradación; y (b) incrementar la tasa de restauración de tierra degradada, de manera que se reduzca a cero la degradación neta de la tierra.*

La fase de preparación incluye la realización de estudios, talleres de expertos y un proceso participativo ampliado. A partir de estos insumos se obtendrá un análisis cualitativo y cuantitativo de las causas que originan emisiones en el sector forestal, las que a su vez generan problemas asociados a desertificación, degradación de la tierra y sequía, junto a posibles soluciones, los riesgos asociados a su implementación y medidas para mitigarlos. Además se identificarán los elementos para potenciar los beneficios de cada medida. Para cada causal se determinarán las actividades estratégicas y medidas de acción asociadas para afrontarlas, con la correspondiente definición de costos y metas.

La ENCCRV considera seis actividades estratégicas[13] asociadas a las causales directas priorizadas y una actividad estratégica transversal a todas las causales. En su conjunto, estas actividades implican 27 medidas de acción, de las cuales 8 son medidas directas y 19 medidas facilitadoras en diversos ámbitos. Para cada una de estas medidas de acción se establecen metas operacionales.

De las metas operacionales de la estrategia destaca una nueva Ley de Fomento Forestal que incluye elementos de mitigación y adaptación al cambio climático, desertificación, degradación de las tierras y sequía, como también la modificación y el fortalecimiento de la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal y sus reglamentos, ambas normativas consideradas en los compromisos indicados en la INDC.

Arrayanes, Macarena Mella

Por su parte, los principales indicadores de las medidas de acción son la reducción y absorciones de emisiones de GEI mediante la disminución de la deforestación y la degradación de los bosques y recursos vegetacionales, y el aumento de existencias de carbono forestal a través del manejo forestal, la conservación, la restauración y la forestación.

El impacto en los flujos de carbono forestal de la ENCCRV se basa en la formulación de niveles de referencia de emisión forestales/niveles de referencia forestales (NREF/NRF), indicador consignado en enero de 2016 a la Secretaría de la CMNUCC para su revisión oficial, incluyendo cuatro actividades con un valor promedio anual obtenido del periodo 1997-2013 (Tabla 4-2).

Tabla 4-2. NREF/NRF preliminar de bosque nativo subnacional de Chile

Actividades REDD+	Total emisiones y absorciones anuales (tCO_2 eq año-1)
Deforestación	1.781.825
Degradación	6.424.771
Conservación	-1.838.828
Aumentos de existencias de carbono forestal	-7.887.089

Fuente: Elaboración propia a partir de documento preliminar de CONAF y MINAGRI, 2016

[13] *Actividades concretas concordantes con las realidades locales para enfrentar las causas de la deforestación, devegetación y degradación de los recursos vegetacionales, y para promover la conservación, la restauración de ecosistemas degradados y el manejo sustentable de los recursos vegetacionales (CONAF, 2016a)*

Estos niveles de referencia permitirán determinar, a través de un sistema de MRV, el desempeño en términos de reducciones y absorciones de carbono que se registren tras la implementación de las medidas de acción. Igualmente, para aspectos ambientales y sociales, en los que se incluyen materias vinculadas a adaptación al cambio climático, se contempla monitorear de forma permanente indicadores de aspectos sociales y ambientales a través de un mecanismo denominado por la CMNUCC como Sistema de Información de Salvaguardas (SIS).

La fase de implementación de la ENCCRV comenzó en 2016. Se espera que en 2018 se reporte el primer hito de monitoreo y se dé cuenta de las reducciones y capturas efectivas.

Por otra parte, en mayo de 2016 se oficializó la Política Forestal 2015-2035, que establece las bases para un desarrollo forestal sustentable, participativo, inclusivo y con equidad social (CONAF, 2016b) La Política Forestal se estructura en torno a cuatro ejes estratégicos:

- institucionalidad forestal
- productividad y crecimiento económico
- equidad e inclusión social
- protección y restauración del patrimonio forestal

Cada uno de estos ejes es desagregado en objetivos de impacto y de resultado, con una línea base (al 2015) y proyecciones de las situaciones esperadas en el corto (2020), mediano (2025) y largo plazo (2035).

Los lineamientos que se plasman en esta política son el resultado de un año y medio de trabajo, incluyendo reuniones y talleres que involucraron a 180 actores representativos del sector forestal chileno, liderados por el Consejo de Política Forestal, conformado por 31 representantes de diversas organizaciones públicas y privadas, y presidido por el director ejecutivo de la CONAF.

Además, en el proyecto MAPS-Chile se describen medidas específicas para este sector. Con estas medidas se construyeron escenarios de mitigación para el sector, los cuales fueron evaluados en función de sus costos de abatimiento, potencial de reducción, factibilidad e impacto sobre las principales variables económicas del país a través de la participación de actores clave.

Entre las acciones de mitigación del sector forestal descritas en MAPS-Chile se cuentan el aumento de la productividad de plantaciones por adopción de tecnología, captura de CO_2 mediante la recuperación del bosque nativo degradado, y edificación y captura en madera de productos cosechados, entre otras. Más detalles se presentan en la sección 3.2. MAPS-Chile.

4.4. Sector Residuos

Las emisiones del sector provienen de la disposición final de residuos sólidos municipales (RSM); del tratamiento de aguas servidas y residuos industriales líquidos, y de los respectivos lodos generados; de la incineración de residuos hospitalarios y de las emisiones de óxido nitroso de las excretas humanas.

En este sector se contabilizan las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) resultantes de procesos microbiológicos que ocurren en sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, producto de la degradación anaeróbica de materia orgánica; la emisión de N_2O por la descomposición anaeróbica de excretas humanas, y la etapa anaeróbica del tratamiento de aguas servidas y de residuos industriales líquidos.

La mayor parte de los GEI de Chile del sector son generados por los RSM. En Chile, la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades[14] 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.[15] Los municipios de Chile desarrollan esta atribución en forma directa con recursos propios o externalizando los servicios de recolección, transporte y/o disposición final. En lo que respecta a la disposición final, mayoritariamente eligen la opción de externalizar el servicio.

Con respecto al ámbito financiero, la Ley de Rentas Municipales[16] establece que las municipalidades deben determinar anualmente los costos reales de sus servicios de aseo domiciliario, para establecer las tarifas de estos servicios. Estos costos se dividen en partes iguales entre todos los usua-

[14] *Ley 18.695 (1988, actualizada en 2007) del Ministerio del Interior.*
[15] *Código Sanitario 725 (1968).*
[16] *Ley 3.063 (1972, actualizada en 1999) del Ministerio del Interior, Sobre Rentas Municipales.*

rios, lo que da origen al monto de la tarifa, o derecho por el servicio de aseo, que se cobra a cada usuario. La misma ley establece que quedarán exentos automáticamente de dicho pago aquellos usuarios cuya vivienda o unidad habitacional a la que se otorga el servicio tenga un avalúo fiscal igual o inferior a 225 unidades tributarias mensuales, lo que corresponde a más del 70% de la población.

Con respecto a la reglamentación para el manejo de residuos, el Código Sanitario regula aspectos específicos asociados a la higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo. Históricamente, el énfasis en la gestión de residuos se ha puesto en resolver adecuadamente su disposición final. Este código establece que a las municipalidades les corresponde atender los asuntos sanitarios.

En la actualidad, más del 90% de los residuos sólidos municipales va directamente a la disposición final, y la mayor parte, cerca del 50% de estos residuos, corresponde a residuos orgánicos. En consecuencia, un área de trabajo implica promover la aplicación de la jerarquía en el manejo de residuos, fomentando la prevención en la generación de residuos y, si ello no es posible, fomentando su valorización, incluyendo, en este orden, la reutilización, el reciclaje y la valorización energética, dejando la disposición final como última alternativa. Esta visión permite aprovechar al máximo los materiales y energía de los residuos antes de simplemente desecharlos.

En particular, en la búsqueda de iniciativas de valorización, el MMA ha ejecutado estudios en varios municipios, los que han concluido lo siguiente:

Reciclaje, Romina Chiappe.

Archivo MMA.

- En general, los proyectos de valorización de residuos no pueden competir con las tarifas aplicadas para la disposición final, que son muy bajas.
- La recolección de residuos sólidos domiciliarios en general se realiza sin separación en origen. Hoy los residuos orgánicos separados en origen provienen de la poda, de las ferias libres, de restaurantes y de hoteles. Las cantidades de estos residuos no son suficientes para desarrollar iniciativas de valorización por sí mismas. Aunque en algunos municipios existen iniciativas de recolección de residuos orgánicos domiciliarios separados en origen, aumentar esta cantidad requiere años de preparación.
- Muchas industrias informan estar dispuestas a hacer un manejo adecuado de sus residuos orgánicos, pero no lo hacen porque no hay alternativas de valorización disponibles.
- Se identifica un alto potencial de hacer un trabajo coordinado entre los municipios y las industrias para desarrollar programas de desvío de residuos orgánicos.

En materia institucional, política y regulatoria, el Gobierno ha tomado una serie de medidas en los últimos años para mejorar la gestión integral de residuos, reducir la disposición final en instalaciones ilegales y mejorar las exigencias sanitarias. Cabe destacar la Ley 20.920, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje, y que obliga a fabricantes e importadores de seis productos prioritarios a recolectar y valorizar, respectivamente, un porcentaje de sus productos una vez que terminan su vida útil. Los decretos respectivos para cada uno de los productos prioritarios podrán incluir obligaciones asociadas sobre etiquetado, entrega separada, ecodiseño e instalaciones de recepción y almacenamiento, entre otras. Si no se cumplen estas metas, se exponen a multas de hasta 10.000 unidades tributarias anuales. Se espera contar con un primer decreto hacia fines de 2017.

Es importante resaltar que faltan fuentes confiables y públicas que entreguen información de calidad para validar cualquier estimación que se realice en el sector. En este contexto, cabe destacar que el Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) establece que a partir de 2015 se implementará el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (Sinader), de modo que generadores y destinatarios de residuos industriales no peligrosos que generan, valoricen o dispongan más de doce toneladas anuales, así como todos los municipios, deberán declarar los residuos domiciliarios que se generan en sus comunas.

Por otra parte, la Ley 20.920 propone un avance importante en lo que respecta al registro de la información, al disponer que: "Los generadores y gestores de residuos tendrán la obligación de mantener un registro electrónico actualizado y de carácter público. Dicho registro contendrá, a lo menos, antecedentes asociados a la cantidad, origen, naturaleza, manejo y destino de los residuos. La información deberá encontrarse disponible en todo momento, para cualquier persona y órgano de la administración del Estado que por sus funciones requiera tal información, en base de datos, por cualquier medio controlable o fiscalizable, a lo menos durante cinco años". Por lo tanto, los sistemas de seguimiento y registro para los residuos sólidos, en especial aquellos en formato electrónico, constituyen una herramienta de trazabilidad muy relevante para estimar volúmenes y emisiones.

Archivo MMA.

4.5. Sector Minería y otras industrias

En el periodo que cubre esta Comunicación, la minería del cobre ha experimentado variaciones sustanciales en la demanda internacional y la correspondiente exportación del mineral, lo que ha tenido efectos relevantes en los precios de venta y, por ende, en los aportes de dicho sector al PIB nacional.

Si bien Chile sigue siendo el primer productor de cobre del mundo, con el 30,3% en el periodo enero-abril de 2014 (COCHILCO, 2014), la disminución de la demanda internacional provocada por la desaceleración de la economía china, su principal comprador, generó una baja sustancial en los precios de venta, la que impactó directamente en su aporte al PIB nacional. Según datos del Banco Central de Chile (2016), durante el primer trimestre de 2016 el aporte de la minería del cobre al PIB nominal fue de 8,3% (cuarto lugar sectorial), cifra significativamente menor a la declarada en la Segunda Comunicación Nacional, cuando el aporte al PIB alcanzaba el 17,4% durante 2010.

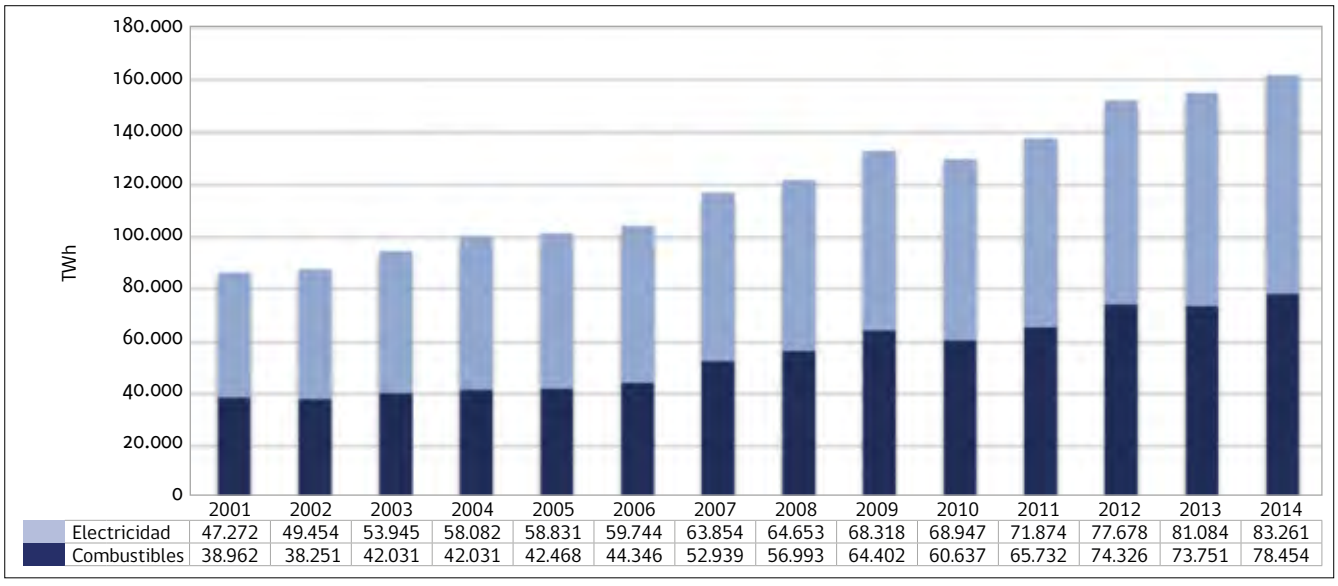
La disminución de los precios de exportación del mineral en el último año ha generado un aumento marginal en la producción entre 2014 y 2015 (0,3%) y las proyecciones para 2016 indican que las producciones serán "planas" (Consejo Minero, 2015).

Independientemente de esta virtual contracción de la industria, los consumos energéticos del sector han seguido en ascenso, al igual que las emisiones de GEI asociadas. Según datos del Balance Nacional de Energía 2013, el sector fue el mayor consumidor de energía, con el 39% nacional durante ese año, seguido por el sector Transporte (34%) y el sector Comercial, público y residencial (27%). Además, según el informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre publicado en 2015 por COCHILCO (con datos de 2014), este consumo ha aumentado en 4,4% con respecto a 2013, y las principales fuentes de abastecimiento de energía son la electricidad del SING y del SIC, y los combustibles (carbón, gasolina, diésel, petróleo N° 6, kerosene, gas licuado, gas natural, leña y butano). Según se muestra en la Figura 4-8, el aumento en el consumo de electricidad durante 2014 con respecto al año anterior fue de 2,7%, mientras que el consumo de energía en combustibles tuvo un incremento de 6,4% (COCHILCO, 2015).

XSCh, Lomas Bayas.

Los principales procesos que conforman la minería del cobre en Chile son mina rajo, mina subterránea, concentradora, fundición, refinería, LX/SX/EW (proceso de óxidos) y servicios (correspondiente a la suma de actividades que no están incluidas en los procesos mencionados, principalmente consumos energéticos asociados a la impulsión y la desalación de agua). Para el caso de los combustibles, el proceso de mayor consumo es el de mina rajo, con el 76% del consumo total de combustibles. Por su parte, el consumo de elec-

Figura 4-8. Consumo nacional de energía en la minería del cobre, terawatts/hora, 2001-2014



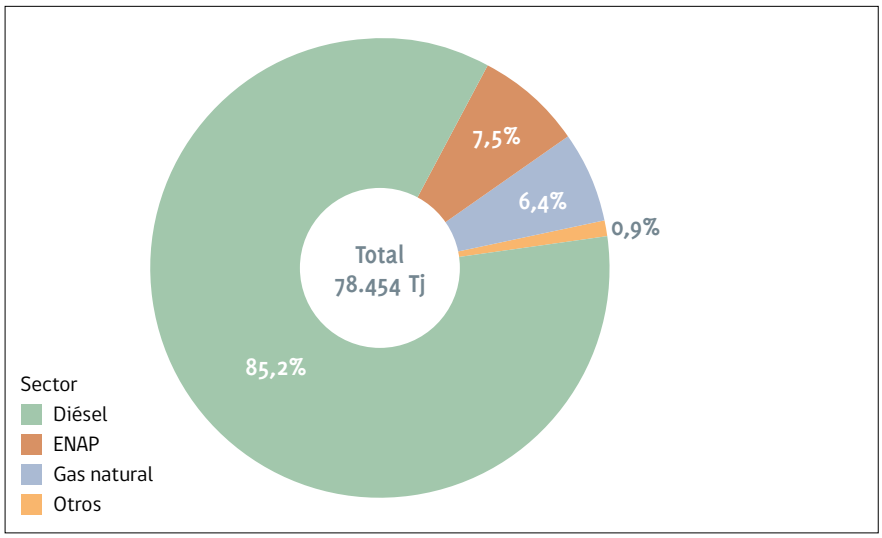
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Electricidad	47.272	49.454	53.945	58.082	58.831	59.744	63.854	64.653	68.318	68.947	71.874	77.678	81.084	83.261
Combustibles	38.962	38.251	42.031	42.031	42.468	44.346	52.939	56.993	64.402	60.637	65.732	74.326	73.751	78.454

Fuente: COCHILCO

tricidad alcanza su mayor nivel en la concentradora y en el procesamiento de óxidos, con el 52% y el 25% del consumo eléctrico del sector, respectivamente. A su vez, el proceso que presenta un mayor crecimiento en el consumo eléctrico es el de servicios, que aumentó en 10,4% con respecto al 2013 y que, según estimaciones de COCHILCO, pasará a ocupar el segundo lugar debido al aumento de las operaciones de concentración que son intensivas en el uso de agua, recurso ya escaso en el norte del país, y que generará un mayor uso de desalinizadores. Finalmente, cabe mencionar que el sector minero es el primer consumidor nacional de electricidad, con el 33% del consumo eléctrico total durante 2014, y que las regiones más intensivas son las de Antofagasta, Atacama y O'Higgins (COCHILCO, 2016).

En lo que respecta a emisiones de GEI, es relevante analizar los tipos de combustibles y las fuentes de energía eléctrica utilizadas en el sector dependiendo del tipo de alcance. Según información entregada por (COCHILCO, 2015), los combustibles más utilizados por el sector son el diésel (85,2%), seguido de petróleo N°6 (7,5%) y del gas natural (6,4%) (Figura 4-9). El significativo uso de diésel, combustible con mayor factor de emisión, se explica principalmente por el transporte de camiones (mayores distancias de acarreo), por el transporte de mineral procesado y por la necesidad de procesar una mayor cantidad de material dada la disminución en las leyes de los minerales. Con respecto a las líneas de transmisión, el 57% de la electricidad en la minería proviene del SING y el 43% restante proviene del SIC.

Figura 4-9. Participación del diésel en el consumo de energía en base a combustibles, 2014



Fuente: Elaborado por COCHILCO

Las emisiones de GEI directas del sector minero por uso de combustibles fósiles con fines energéticos durante 2013 (según INGEI de Chile) alcanzaron los 5,3 millones de tonCO_2 eq. Según análisis de COCHILCO, el 76% de estas emisiones provienen del proceso de mina rajo, principalmente por el significativo uso de diésel en las faenas.

4.5.1. Marco institucional

El principal arreglo institucional dentro del sector Minería es el Convenio de Cooperación, firmado en julio de 2014 entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, asociación gremial que reúne a las principales empresas públicas y privadas de la gran minería del cobre, oro, plata y molibdeno.

El convenio tiene como objetivo principal impulsar un uso eficiente de los recursos energéticos a través del fomento de una gestión energética, del uso de equipos y sistemas eficientes, y de la creación de una cultura de eficiencia al interior de las empresas socias. Entre las actividades que las empresas han debido implementar como resultado del convenio se encuentra la realización de auditorías energéticas de las operaciones, la identificación de medidas de eficiencia y la definición de un plan de implementación a corto, mediano y largo plazo, además de mantener los registros apropiados para la evaluación de las actividades. Por su parte, el Ministerio de Energía se compromete a apoyar y facilitar el desarrollo de dichas actividades (Ministerio de energía y Consejo Minero, 2014).

Este convenio durará hasta la entrada en vigencia de la Ley de Eficiencia Energética, o bien tendrá un plazo de cuatro años prorrogables de manera automática, por periodos iguales y sucesivos, mientras ninguna de las partes manifieste lo contrario.

Otro avance importante es el Programa Nacional de Minería de Alta Ley, que busca potenciar el concepto de "minería virtuosa", dirigido a mejorar la industria en términos de productividad, competitividad y con un ecosistema robusto de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) que permita generar capacidades y conocimientos en el nivel local. El Programa Nacional de Minería de Alta Ley es impulsado por la Corfo y coordinado por la Fundación Chile. Su primera etapa contempló la definición de una Hoja de Ruta de la Minería 2035, en la que se identifican los principales desafíos y posibles soluciones en materia de competitividad y tecnología.

Visita X y XIV Región.

Además de identificar los principales desafíos de la minería en cada uno de sus procesos productivos o "núcleos traccionantes", en esta hoja de ruta se mencionan factores habilitantes que podrían dar solución a los desafíos identificados, como la introducción de tecnología más eficiente, considerando el alto costo de la energía y sus impactos en la competitividad de la industria, lo que sin duda podría traer beneficios en términos de mitigación de cambio climático. Será necesario, entonces, realizar un seguimiento a los beneficios asociados a este programa y al cumplimiento de su hoja de ruta en los próximos informes bienales de actualización y comunicaciones nacionales.

Chuquicamata.

4.5.2. Avances del sector con impacto en mitigación

Los principales avances en mitigación del cambio climático provienen en su gran mayoría del sector privado, por diferentes razones. El detalle de las medidas de mitigación implementadas por las empresas mineras –y un análisis del contexto sectorial– se encuentra en la sección 5.4.

En lo que respecta al sector público, COCHILCO constantemente está levantando información mediante informes anuales de los consumos energéticos, de los consumos de recursos hídricos y de emisiones de GEI directas del sector, donde se analizan las principales tendencias de la minería del cobre en dichos ámbitos. Estos informes se elaboran a partir de datos que las principales empresas mineras entregan anualmente a COCHILCO y sirven de antecedentes para apoyar la definición de políticas públicas, o bien como insumo al momento de delinear políticas corporativas en las empresas.

Un ejercicio importante desde el sector público fue el proyecto MAPS-Chile (ver sección 3.2 de este capítulo), que implicó la proyección de escenarios de emisión de GEI para distintos sectores industriales del país, con la finalidad de identificar opciones de mitigación sectoriales que permitieran apoyar la toma de decisiones. Entre los sectores considerados se encontraba el de

Industria y Minería, de cuyo análisis derivó la definición de 16 opciones de mitigación que apuntaban principalmente a la mejora de la eficiencia energética del sector minero e industrial, a la autogeneración de energía eléctrica y al uso de combustibles no convencionales de bajas emisiones de GEI (MAPS-Chile, 2014).

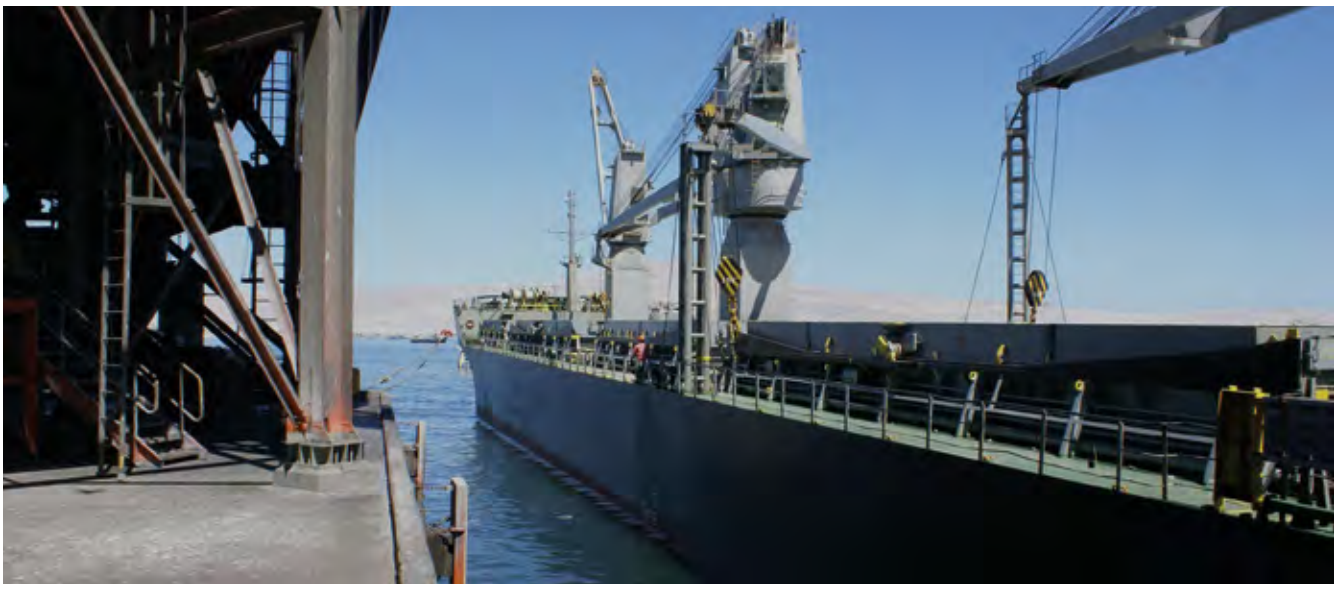
Otro de los resultados del proyecto MAPS fue la estimación de las reducciones de GEI de las medidas tempranas tomadas o aprobadas para cada sector entre 2007 y 2013. En el sector minero, según supuestos acordados con representantes de la industria y el Gobierno, se estimó que dada la implementación de iniciativas tempranas se redujeron 0,08 millones de tCO_2 eq entre los años mencionados. Las medidas contempladas para tal estimación fueron aquellas asociadas a la eficiencia energética y al reemplazo de combustibles fósiles por ERNC para usos térmicos en la minería (MAPS-Chile, 2014). Para realizar ese cálculo se consideraron las acciones de la minera estatal Codelco y de empresas privadas (ver sección 5.4).

Además del sector minero, una variedad de subsectores industriales produce emisiones de GEI. En los esfuerzos por reducir emisiones destacan la industria de la celulosa, la del cemento y la del acero, casi todas del sector privado (ver sección 5.4). Según el informe MAPS, entre las principales medidas de mitigación en los subsectores de celulosa, cemento y acero destacan la autogeneración y co-generación eléctrica con ERNC, el recambio de combustibles y equipos, y la implementación de sistemas de gestión de energía.

Al igual que para el sector minero, se dispone de una estimación de las reducciones de GEI asociadas a medidas tempranas de eficiencia energética adoptadas por las industrias. Esta estimación, que incluye los programas de eficiencia energética impulsados por la ACHEE entre 2010 y 2013, señala una reducción de 3.629 $tonCO_2$ eq para dicho periodo.

En el caso de la industria de celulosa, el informe sectorial MAPS de estimación de reducciones de GEI de medidas tempranas arrojó una reducción de 0,36 millones de tCO_2 eq gracias a la instalación de plantas de co-generación por biomasa entre 2007 y 2013 (MAPS-Chile, 2014). Para los subsectores cemento y acero no hay estimaciones de reducción que permitan evaluar los resultados de la puesta en marcha de medidas de mitigación tempranas. Sin embargo, los significativos avances en materia de mitigación de ambos sectores se pueden ver en detalle en la sección 5.4.

El sector Minería e Industria es el mayor consumidor energético nacional, con un 39% del consumo total. Por eso, una de las líneas de desarrollo de la ACHEE apunta específicamente al sector, definiendo cuatro líneas de acción: formación de capacidades, diagnósticos energéticos, recambio tecnológico y sistemas de gestión de la energía.



Archivo MMA

5. Otras acciones de mitigación

En esta sección se describen iniciativas que por su naturaleza contribuyen a la mitigación de GEI, pero involucran acciones en más de un sector.

Isidora Mella

5.1. Acuerdos de Producción Limpia

El Consejo de Producción Limpia (CPL) fue creado por el Acuerdo 2091/2000 del Consejo Directivo de la Corfo en diciembre de 2000, aunque sus orígenes se remontan a 1998, con la creación del Comité Público-Privado de Producción Limpia por parte del Ministerio de Economía.

El CPL se define como una instancia de diálogo y acción conjunta entre el sector público, las empresas y sus trabajadores, con el fin de establecer y difundir un enfoque de gestión ambiental que pone el acento en la prevención de la contaminación más que en su control final. Para ello, debe conocer y evaluar las iniciativas que promuevan la producción limpia y la prevención de la contaminación en el sector productivo, y velar por que se adopten las acciones necesarias en diversas instituciones públicas para tal fin.

El principal instrumento de gestión creado por el CPL 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 y en el que señala que "para efectos de esta ley, se entenderá por Acuerdo de Producción Limpia el convenio celebrado entre un sector empresarial, empresa o empresas y el o los órganos de la administración del Estado con competencia en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, uso de la energía y de fomento productivo, cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas".

En los primeros años los APL no consideraron acciones orientadas específicamente a la reducción de GEI, no obstante, una serie de medidas que se acordaban en el marco de dichos acuerdos derivaban en reducciones reales. Por eso, en 2010, con 54 APL implementados y certificados por el Consejo de Producción Limpia en el periodo 2002-2010, el Consejo contrató un estudio para calcular las reducciones de GEI de dieciséis APL en distintos sectores industriales. Los resultados mostraron que los sectores analizados habían reducido las emisiones de GEI en 4.050.973 tCO_2 eq.

En 2012, el Consejo registró ante la CMNUCC los APL como la primera Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación (NAMA) de Chile, y fue validada. Actualmente se encuentra en operación y ha incorporado diversas opciones de mitigación de GEI a los Acuerdos de Producción Limpia, además de la generación de indicadores para hacer seguimiento a su progreso.

5.2. Construcción sustentable y urbanismo

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo incorpora el desarrollo sustentable en sus políticas, planes y estrategias. Una de ellas es la formulación de la Política Nacional de Desarrollo Urbano, que establece cinco metas: mejorar la calidad de vida de las personas; apoyar la descentralización del país; promover una reorganización institucional para el desarrollo de la ciudades y el territorio; apoyar el sentido de unidad y coherencia en la implementación de la legislación y reglamentación de modo de responder 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 de las iniciativas de inversión pública y privada. Con esos objetivos en mente definió cinco áreas temáticas:

1. Integración social: las ciudades deben ser lugares inclusivos donde las personas se sientan incorporadas a los beneficios urbanos.
2. Desarrollo económico: las ciudades son fuentes de innovación, emprendimiento y creación de empleo, y los agentes públicos y privados se deben hacer cargo tanto de los efectos sociales como de las externalidades.
3. Equilibrio ambiental: se promueve un desarrollo en equilibrio con el medio natural y se considera a los sistemas naturales un soporte fundamental.
4. Identidad y patrimonio: se consideran bienes sociales.
5. Institucionalidad y gobernanza: se establece la necesidad de un reordenamiento institucional, propiciando la existencia de un sistema integrado y descentralizado de toma de decisiones relacionadas con el desarrollo urbano y territorial.

Esta política, vigente desde marzo de 2014, se encuentra en su fase de implementación, en un proceso guiado por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, de representación nacional amplia y diversa, definido por la Presidencia de la República y por el Ministerio. En materia de cambio climático, diversos lineamientos y objetivos de esta política aportan a la mitigación de emisiones de GEI; por ejemplo, aquellas medidas tendientes a la reducción de consumo energético, a la adopción del concepto de ciclo de vida en la evaluación de las edificaciones, y a la reducción de emisiones de contaminantes en las etapas de construcción y vida útil de las infraestructuras. Asimismo, se proponen acciones de planificación eficientes e integrales que puedan, entre otros aspectos, facilitar los procesos de adaptación al cambio climático.

Archivo MMA

Además, en 2012 se firmó el Convenio Interministerial de Construcción Sustentable, cuyo objetivo es coordinar, promover, difundir y fomentar la construcción sustentable en el país. Este convenio es ejecutado en conjunto por los Ministerios del Medio Ambiente, de Obras Públicas, de Energía y de Vivienda y Urbanismo.

También en 2012, se creó al interior del Ministerio la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, responsable de coordinar el plan de trabajo para dar cumplimiento a los objetivos y obligaciones emanadas del Convenio Interministerial.

En el PANC-II, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo además 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 aportarían a la reducción y captura de emisiones a través de medidas y programas de inversión en diseño y gestión urbana.

Titanium, SERNATUR.

5.3. Esfuerzos locales en mitigación del cambio climático

Incluir consideraciones y acciones de mitigación en las políticas públicas es cada vez más necesario y evidente, no solo en el nivel nacional sino también municipal. Por eso, en enero de 2014 se creó la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático (RCMCC),[17] una iniciativa promovida por las propias municipalidades.

Esta red es una comunidad abierta a todos los municipios de Chile que deseen tomar el compromiso explícito de planificar y gestionar su territorio, servicios y metas considerando el cambio climático como el nuevo escenario que está determinando los desafíos del siglo XXI (Adapt-Chile, 2014).

La red ofrece una plataforma para que los municipios integren el cambio climático a su gestión y planificación, y promuevan en sus territorios la mitigación, la capacidad de adaptación, la resiliencia y la sustentabilidad. El trabajo de la red se articula en torno a la aproximación conceptual presentada en el documento "Agenda para municipios ante el cambio climático" (Adapt-Chile, 2014), donde se hace un llamado urgente a los municipios a que asuman un papel central en la respuesta ante el cambio climático a través de medidas de mitigación y adaptación. En esta agenda, pensada como un marco orientador para la definición de planes, programas y proyectos específicos, se establecen ocho áreas temáticas prioritarias para el trabajo en cambio climático en el nivel local, asegurando que sean consistentes con los objetivos propuestos por la red para fortalecer la respuesta local ante el cambio climático. En términos generales, orienta el trabajo local para promover la capacidad adaptativa frente al cambio climático y el desarrollo bajo en carbono.

El trabajo y los objetivos de la red se desarrollan en torno a tres ámbitos de acción: político-estratégico, técnico y comunicacional.

Objetivos políticos-estratégicos:

a) Relevar el rol de los gobiernos locales integrando el cambio climático en la gestión y las políticas internas de sus miembros.

b) Desarrollar políticas, estrategias, planes y programas locales para hacer frente a los desafíos del cambio climático en términos de adaptación y mitigación.

c) Promover el rol público del municipio y su responsabilidad de llevar a cabo las acciones climáticas para asegurar el bienestar de la comunidad.

d) Fomentar la conexión entre distintos niveles de gobernanza para elevar la discusión y acción política sobre el cambio climático en el país.

e) Promover alianzas entre los sectores público, privado, académico y la sociedad civil en los niveles local, nacional e internacional.

f) Velar por la continuidad del trabajo local en cambio climático.

[17] *www.redmunicc.cl.*

Objetivos técnicos:

a) Proveer de manera permanente información y capacidad técnica para la integración del cambio climático en los municipios.

b) Ser un espacio permanente de intercambio de experiencias y mejores prácticas para la integración del cambio climático en la gestión local.

c) Orientar el trabajo local en cambio climático, de acuerdo con las prioridades establecidas y consensuadas en la Agenda de Municipios ante el Cambio Climático.

Objetivos comunicacionales:

a) Difundir y promover el trabajo de cada uno de los miembros y de la red en su conjunto.

b) Entregar herramientas y capacidades para fortalecer la comunicación y acción en cambio climático en el nivel local.

c) Apoyar la generación de conciencia para catalizar la acción ciudadana frente al cambio climático.

En 2015, Adapt-Chile llevó adelante el proyecto Academias de Cambio Climático: Planes de Cambio Climático para Gobiernos Locales, financiado por la Unión Europea a través del programa Euroclima. El proyecto provee una herramienta metodológica para la elaboración de planes locales de cambio climático que permitió a seis municipios de la red –Colina, Independencia, Lampa, La Pintana, Providencia y Santiago– elaborar de manera participativa sus Planes Locales de Cambio Climático (Adapt-Chile, 2015).

En julio de 2016, ocho municipios contaban con una Estrategia Energética Local (EEL) y en quince esta se encontraba en elaboración.

Para cumplir con sus objetivos, la RCMCC opera según una agenda de trabajo basada en seis objetivos,[18] uno de los cuales es la mitigación de GEI en los sectores de transporte, energía y gestión de residuos, aunque también existen co-beneficios con los objetivos de biodiversidad y áreas verdes (por la capacidad de secuestro de las áreas verdes) e infraestructura (por ejemplo, compras verdes).

Durante 2016, el proyecto Estrategias Energéticas Locales 2016, desarrollado por Adapt-Chile y financiado por el Ministerio de Energía a través del Programa Comuna Energética, permitirá a cinco municipios de la red –Colina, Santiago, Recoleta, Independencia y La Pintana– elaborar de manera participativa sus Estrategias Energéticas Locales, que contemplan tres ítems centrales: i) diagnóstico energético y estimación de potenciales energéticos basados en la realidad de la comuna; ii) definición de una visión que responda al interés particular de la comuna y que integre en algún sentido la EE, incorpore ERNC según los recursos disponibles de cada comuna y disminuya las emisiones de CO_2, y iii) definición de metas y un plan de acción que orienten el trabajo de la comuna en el ámbito energético (Adapt-Chile, 2016).

5.4. Esfuerzos de mitigación en el sector privado

Además de todas las acciones y políticas sectoriales adoptadas por el Gobierno, es necesario analizar qué está ocurriendo con el sector privado, ya que es un actor protagónico en la

Rutas del vino, SERNATUR.

[18] *www.redmunicc.cl/web/agenda-municipal.*

Cucao, Chiloé, Macarena Mella.

implementación de las iniciativas gubernamentales y su rol es fundamental para dar cumplimiento a los compromisos internacionales de reducción de emisiones.

Desde 2011, el sector privado ha sido testigo de diversas circunstancias nacionales e internacionales que han influido en su quehacer. En general, el escaso acuerdo alcanzado en las Conferencias de las Partes que precedieron a la COP21 generó un ambiente de incertidumbre respecto de las directrices internacionales en temas de cambio climático, lo que frenó una tendencia incipiente a tomar medidas de mitigación en las empresas. Sin embargo, se reconoce que luego del Acuerdo de París de 2015 están más claras las prioridades internacionales, lo que permite delinear las estrategias corporativas.

En Chile, uno de los puntos que frena la acción de los privados en temas de cambio climático es la ausencia de una política pública de mitigación clara, que permita dilucidar las exigencias y restricciones sectoriales que pudiese haber. Según declaran, un ejemplo de la poca claridad que perciben los privados en las iniciativas gubernamentales de reducción de emisiones es el objetivo final del impuesto verde, que produce recelo porque se le asocia un objetivo recaudatorio más que uno de mitigación.

Pero por otra parte hay factores que aceleran la introducción de medidas sobre cambio climático en las empresas. Algunas instituciones que trabajan de manera transversal con distintos sectores del sector privado, como el Consejo de Producción Limpia y Acción RSE, reconocen que una de las circunstancias que deriva en la introducción de medidas es la oposición y la presión de comunidades aledañas a ciertos proyectos privados: muchas de las políticas ambientales corporativas se diseñan de manera proactiva con el fin de evitar el rechazo local.

Además de las circunstancias externas a la operación de una empresa, el sector privado se ve influenciado por motivaciones internas. Según las instituciones que trabajan con empresas del sector privado para fomentar la incorporación de medidas de cambio climático y sustentabilidad, una de las principales razones para hacerlo es una estrategia de marketing de diferenciación ("ser pioneros") o la necesidad de mejorar ciertos atributos de un producto con respecto a sus competidores. A veces es por decisiones estratégicas, porque redundan en una oportunidad de negocio, una reducción de costos o un intento por abrirse a nuevos mercados. Pertenecer a una multinacional cuya política corporativa incluya este tipo de iniciativas es otro motivo para la introducción de medidas sobre cambio climático. En menor proporción, otras razones son la reacción ante eventuales impactos del cambio climático en la producción de la empresa, adelantarse a futuras regulaciones y, en algunos sectores, la exigencia de sus compradores internacionales.

5.4.1. Iniciativas públicas y privadas que fomentan medidas de mitigación en el sector privado

Independientemente de las razones que tengan las empresas para actuar en materia de cambio climático, hoy diversas instituciones e iniciativas públicas o privadas las motivan para adoptar medidas, principalmente desde un enfoque de mitigación. A continuación se destacan algunas de las iniciativas privadas que fomentan la mitigación en el sector privado.

Centro de Líderes Empresariales contra el Cambio Climático (CLG-Chile)

CLG-Chile es una iniciativa conjunta de la Facultad de Economía de la Universidad de Chile, la Cámara Chileno-Británica de Comercio y la Embajada Británica. Fundado en 2009, es uno de los 16 centros del mundo de la Corporate Leaders Network for Climate Action. Hoy tiene 11 empresas socias de rubros como energía, transporte, forestal, minería, alimentos y retail. Sus objetivos principales son representar al sector privado en el diseño de políticas públicas referentes al cambio climático e informar a sus socias sobre iniciativas privadas internacionales, con la intención de apoyar las decisiones internas de las empresas al momento de diseñar políticas corporativas de cambio climático.[19] Sin embargo, reconocen que sumar empresas al centro no es una tarea fácil, ya que para ejecutar acciones de mitigación se requiere de una importante inversión en tiempo.

Bolsa de Clima de Santiago

La Bolsa de Clima de Santiago (SCX) es un emprendimiento privado de BTG Pactual y Fundación Chile, que nació en 2010 con el objetivo de transformarse en el primer *trader* de bonos de carbono de Sudamérica y fomentar así el desarrollo de proyectos de reducción en la región. Con el tiempo, su objetivo ha ido evolucionando y actualmente se dedican a buscar mecanismos de mercado que permitan maximizar las reducciones de GEI a un menor costo. Para conseguirlo, SCX articula a todos los actores involucrados en estos mecanismos de mercado, sean públicos o privados. Si bien esta articulación se basa en una estrategia win-win para los actores participantes, con la reducción de emisiones como objetivo y resultado final, en SCX declaran que es difícil sumar a las empresas chilenas, ya que existe cierta aversión a innovar, considerando que no existe una normativa clara que les permita diseñar estrategias alineadas con una eventual regulación.[20]

Carbon Disclosure Proyect (CDP)

El CDP es una organización internacional con sede en Reino Unido cuyo objetivo es fomentar que las empresas privadas realicen reportes de información ambiental, lo que hoy se reconoce como una importante práctica de negocio. Entre los reportes que el CDP solicita se incluye un Programa de Cambio Climático que contempla la difusión del cálculo emisiones de GEI. Levantar esta información permite a las empresas evaluar sus riesgos climáticos y gestionar sus emisiones, además de definir compromisos y estrategias de reducción para compararlas con sus pares y transparentarlas con los inversionistas.

Parque eólico, Constanza Montes.

Con la información recolectada el CDP evalúa y otorga puntaje a las empresas sobre la base de indicadores que están disponibles en plataformas financieras como Google Finance. Según el último informe del CDP correspondiente a Latinoamérica (en diciembre de 2014), cuatro empresas chilenas publicaron reportes ambientales durante ese año.

Acción Empresas

Acción Empresas es una organización sin fines de lucro que fomenta la gestión sustentable entre sus empresas socias, con la finalidad de mejorar su desempeño socioambiental desde un enfoque asociativo e informativo. Durante 2014 desarrolló el Programa HuellaPyme, que buscaba cuantificar la huella corporativa de sus empresas a través de una herramienta sencilla, además de entregar algunos consejos de mitigación. Durante 2015 HuellaPyme congeló su actividad debido a su poca difusión y uso. Sin embargo, a partir de los datos levantados por Acción Empresas a través de un Sondeo de Calentamiento Global en enero de 2016, el 59% de las empresas extractivas que forman parte de la organización mostraron interés por comenzar a implementar medidas de mitigación, de modo que el programa será reactivado, pero esta vez utilizando la herramienta de cálculo dispuesta por el Programa HuellaChile. Ese alto porcentaje refleja el nuevo enfoque que está teniendo la sustentabilidad corporativa, pues hoy en día gran parte de las empresas incluyen consideraciones de cambio climático que apuntan a la cuantificación y gestión de sus emisiones.[21]

[19] *Comunicación personal con CGL-Chile, marzo de 2016.*
[20] *Comunicación personal con SCX, marzo de 2016.*
[21] *Comunicación personal con Acción Empresas, marzo de 2016.*

Además de las iniciativas del sector privado para fomentar la mitigación en las empresas, desde las instituciones gubernamentales surgen otras como las siguientes.

Programa HuellaChile

Programa del MMA que entrega una herramienta de cálculo para apoyar y facilitar la cuantificación y gestión de emisiones de las empresas, independientemente de su tamaño. Otros objetivos son generar instancias de difusión e información entre las empresas, fomentar el reporte voluntario y reconocer los esfuerzos de aquellas empresas que demuestran un compromiso constante con la mitigación del cambio climático (para más detalles, ver la sección 8.2).

Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL)

Como se vio en el apartado 5.1, el CPL es una institución público-privada que depende del Ministerio de Economía y que impulsa acuerdos voluntarios entre empresas privadas de un sector industrial, instituciones públicas y comunidades, para diseñar y concretar técnicas de producción sectoriales sustentables. El objetivo último es hacer "de Chile un país más sustentable desde un punto de vista del fomento".[22]

Subdepartamento de Comercio Sustentable, ProChile

ProChile, a través de su Subdepartamento de Comercio Sustentable, apoya la diferenciación de Pymes exportadoras y aquellas potencialmente exportadoras a través de la difusión y el fomento de la incorporación de atributos de sustentabilidad ambiental y social en sus procesos productivos.

HuellaChile.

Los principales temas difundidos por el Subdepartamento de Comercio Sustentable tienen relación con políticas y tendencias nacionales e internacionales que pudiesen repercutir en el sector exportador. Destacan algunas relacionadas con cambio climático, como la difusión del Programa HuellaChile o la neutralización de emisiones de GEI asociadas a un producto o evento. También difunde atributos más amplios, como los conceptos de comercio justo y huella ambiental.

La recepción de las empresas depende del sector en cuestión y del tipo de problemáticas sectoriales y su contingencia, de modo que algunos sectores son más proactivos que otros.[23]

Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE)

El objetivo de la ACHEE es expandir el mercado de la eficiencia energética en Chile mediante acciones innovadoras para acercarse a aquellas empresas u organismos públicos que necesitan utilizar de manera más eficiente su energía, y por estos medios reducir sus costos y sus emisiones de GEI. La ACHEE desarrolla planes integrales para los sectores de mayor consumo energético del país, considerando los potenciales de ahorro energético si se incorporara la eficiencia energética en sus operaciones. Los sectores con los que trabaja la Agencia son Edificación, Industria y minería, Transporte, Educación, Medición y verificación, y Formación de capacidades.

[22] *Comunicación personal con CPL, marzo de 2016.*
[23] *Comunicación personal con el Subdepartamento de Comercio Sustentable, ProChile, abril de 2016.*

5.4.2. Análisis sectorial de las medidas de mitigación privadas

En las empresas privadas, las políticas de sustentabilidad y las iniciativas ambientales, entre ellas las de mitigación, además de estar siempre referidas a las políticas corporativas y las estrategias comerciales, son muy sensibles a factores circunstanciales, de modo que la decisión de tomar medidas depende en gran medida del contexto nacional y de la contingencia sectorial.

Sector Energía

La situación de los privados en el sector es de especial importancia, por su nivel de emisiones de GEI y porque es el sector sujeto a mayores tributaciones por concepto de emisiones fijas y con daño global, a través del impuesto verde.

El sector energético está conformado por tres industrias: la industria generadora, la industria de transmisión y las industrias de la distribución, que se rigen por normativas distintas y responden a necesidades diversas, lo que influye en la postura sectorial con respecto a la mitigación del cambio climático, sus factores o causales clave y el tipo de medidas por tomar.

Según información de la Asociación Gremial de Empresas Generadoras, las principales razones internas que las movilizan a ellas hacia la mitigación son el aumento en la eficiencia de los procesos, la disminución de los costos de producción, principios corporativos internos y mayores exigencias de relacionamiento comunitario. Entre las razones externas se mencionan la necesidad de adelantarse a regulaciones nacionales y, en el nivel internacional, la accesibilidad a nuevas tecnologías, las exigencias de algunos compradores y la participación en iniciativas internacionales como el CDP o el Business Leadership Criteria on Carbon Pricing.[24]

En el caso de las empresas de transmisión y distribución, y según información entregada por Eléctricas A.G., las medidas de mitigación de cambio climático que esta industria podría implementar son mínimas, por su escasa contribución a las emisiones de GEI en Chile. De todas maneras, reconocen que tienen un papel fundamental en el desarrollo y las tendencias de la industria de la generación, principalmente en relación con la viabilización de proyectos de ERNC. En ese sentido, y en lo que respecta a la transmisión, es fundamental que la arquitectura de las redes de transmisión sea lo suficientemente flexible para hacerse cargo de la variabilidad característica de los proyectos de ERNC. En lo que respecta a la distribución, es clave generar incentivos a través de las políticas de compra del sector, para las que se han introducido modificaciones tendientes a fomentar proyectos de ERNC.

Sin embargo, independientemente de la industria, en la asociación gremial reconocen que la promulgación de la Ley de Eficiencia Energética puede ser un *driver* importante, ya que entregará mayor claridad sobre el tipo de medidas destinadas a la transmisión y distribución de energía.

Planta solar Quilapilún, Colina, MMA.

[24] *Comunicación personal con la Asociación Gremial de Empresas Generadoras de Chile, abril de 2016.*

A continuación se destacan algunas acciones concretas de las empresas de este sector:

- Inversión en plantas generadoras de fuentes renovables, como proyectos de paneles solares, proyectos eólicos, centrales hidroeléctricas (embalse y de pasada) y proyectos de co-generación con biomasa, algunos registrados como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Definición de un precio interno de carbono en la evaluación económica de proyectos, dada la participación de algunas generadoras en el Business Leadership Criteria on Carbon Pricing.
- Cálculo y reporte de inventario de emisiones de GEI corporativo.
- Desarrollo de líneas de I+D para el pilotaje de proyectos de innovación, como la captura de CO_2 a través de algas.
- Interrupción del desarrollo de proyectos termoeléctricos como respuesta a políticas de sustentabilidad de empresas multinacionales con operaciones en Chile.

En el caso de la industria de la transmisión y distribución, destacan iniciativas orientadas a disminuir las pérdidas en los procesos, puesto que podrían relacionarse con un *leakage* de emisiones. Según declaran en su asociación gremial, estas iniciativas responden al objetivo de disminuir los costos, por lo que actualmente las pérdidas han llegado a un nivel mínimo.

Viña, SERNATUR.

Sector Forestal

Es el único considerado como sumidero de CO_2, por ende, es de especial importancia conocer las circunstancias y razones que influyen en las decisiones corporativas y en las tendencias de esta industria en materia de mitigación. Para este análisis se contó con información entregada por la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), asociación gremial que reúne a las empresas forestales.

En cierto sentido, la actividad forestal se puede considerar una medida de mitigación en sí misma, ya que, independientemente de las emisiones asociadas a la totalidad de su cadena productiva (plantaciones, manejo del recurso vegetacional, aserradero, celulosa, papelera, imprenta), el balance final es negativo dadas las absorciones totales de las plantaciones forestales y el manejo de bosque nativo.

Algunas empresas además toman medidas con objetivos directos de mitigación de cambio climático, como programas internos de reducción de emisiones asociadas a sus distintas unidades de negocio, por ejemplo en aserraderos y plantas de celulosa.

En lo que respecta a medidas con co-beneficio de mitigación, la principal es la co-generación de energía a través de biomasa, en la que el objetivo primario es la reutilización de residuos industriales. Es un co-beneficio de mitigación porque alrededor del 50% de la energía generada es para autoconsumo de la empresa y el porcentaje restante es inyectado al SIC, con lo que se evitan las emisiones asociadas a la generación de esa porción de energía. Por eso, la mayoría de estos proyectos de co-generación están registrados como MDL, con una capacidad instalada total de 1.000 MW.

Sector Agricultura

Distintos actores que trabajan de manera transversal con el sector privado, incluido el sector agrícola, destacan la labor del sector vitivinícola en materia de cambio climático. Por esta razón, en esta sección se analizan principalmente sus avances, con información aportada por la asociación gremial Vinos de Chile.

El vino es uno de los productos locales que más se exporta. Por eso, la industria vitivinícola ha estado sujeta a requerimientos medioambientales de parte de sus compradores internacionales desde hace años, lo que explica parcialmente sus avances en materia de cambio climático. Por otra parte, este sector es de los pocos en los que el cambio climático puede representar una oportunidad más que una amenaza, dada la potencial expansión de la industria hacia el sur de Chile.[25]

Según información entregada por Vinos de Chile, el interés por introducir el cambio climático como factor de trabajo se relaciona con el funcionamiento corporativo de las empresas vitivinícolas, que han entendido que la sustentabilidad es un pilar estratégico de su actividad: ya no un elemento diferenciador sino que un elemento basal de sus operaciones, y el principal movilizador de la implementación de medidas de cambio climático. Además, los avances en estas materias se explican por factores comerciales propios del sector, entre los que destacan:

- La necesidad de posicionamiento y diferenciación en el mundo. Un ejemplo son los requerimientos medioambientales en las licitaciones de compra de los países nórdicos.
- La cotización en bolsas internacionales que cuentan con índices de sustentabilidad, principalmente en el caso de viñedos con altos niveles de facturación.
- La identificación de riesgos y brechas asociadas al cambio climático, así como su disminución, dan cuenta de empresas con mayores índices de seguridad para sus inversionistas.
- El ahorro en costos operacionales como resultado de la implementación de medidas de eficiencia energética e hídrica en sus operaciones.

Otra razón importante para la implementación de medidas de cambio climático es como estrategia de respuesta al rechazo de las comunidades locales.

El sector, a través de Vinos de Chile, ha definido una serie de programas y medidas que apuntan a introducir atributos sustentables que mejoren el posicionamiento del sector y que puedan hacer las operaciones más eficientes y resilientes a futuros cambios en el clima. Se delineó un Programa de Sustentabilidad que incluye varios proyectos, algunos de ellos con objetivos directos de mitigación y adaptación al cambio climático:

San Javier, Macarena Mella

- Energía y CC: proyecto conjunto con la Universidad Federico Santa María, contempla la medición de huellas de carbono de empresas vitivinícolas con herramientas comunes, que permitan levantar indicadores para definir líneas de inversión e incorporar tecnología para reducir el consumo energético y la emisión de GEI.
- Cambio Climático y Zonas Vitivinícolas: proyecto que apunta a la proyección de escenarios climáticos y la identificación de zonas vitivinícolas considerando las dinámicas del cambio climático. El objetivo es analizar el comportamiento de ciertas cepas, identificar nuevas zonas vitivinícolas y definir planes de manejo acordes con los cambios proyectados.

Además, la asociación gremial está trabajando en conjunto con la CORFO en el Nodo Estratégico Chile Vitivinícola 2.0, destinado a resolver problemas de coordinación entre actores públicos y privados del sector con instancias de discusión, difusión y transferencia de conocimientos, para definir una visión compartida en relación con tres ejes de trabajo: cambio climático, desarrollo de nuevos productos y rescate de material genético.

[25] *Comunicación personal con Vinos de Chile, junio de 2016.*

Otra iniciativa promovida por la asociación gremial que tiene un co-beneficio de mitigación de cambio climático es el Código de Sustentabilidad de la Industria Vitivinícola, estándar voluntario que hoy cuenta con 59 viñas certificadas (el 70% de las exportaciones de vino embotellado) y que incluye componentes sociales, ambientales y económicos, entre ellos requerimientos relacionados con biodiversidad, aplicación de plaguicidas, eficiencia en el uso de maquinarias, uso de combustible, traslados y uso eficiente de la energía. Según Vinos de Chile, no se incluyeron requisitos de medición ni de reducción de huella de carbono en el estándar porque las condiciones climáticas y de la misma industria son muy variables entre una viña y otra, por lo que el cálculo o la reducción de GEI podría resultar en una condición inhabilitante para las viñas más pequeñas.

Sector Minería

Dados sus procesos intensamente extractivos y su alto consumo energético, el sector es del mayor interés a la hora de evaluar impactos medioambientales, y también uno de los que mejor ha respondido al llamado de introducir medidas contra ese impacto, incluidas algunas tendientes a la mitigación del cambio climático, según información provista por asociaciones gremiales como la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) y el Consejo Minero.

Las razones que los motivan son variadas, pero responden principalmente a requerimientos internacionales, dado el amplio alcance de la industria minera. Sin embargo, según indica la SONAMI, el sector comenzó a solicitar regulaciones

Chuquicamata, SERNATUR.

medioambientales al gobierno hace casi dos décadas, con el objetivo de contar con un panorama claro en términos normativos. Prueba de ello es que fue un proyecto minero el primer estudio de impacto ambiental que se ingresó en el Sistema de Evaluación Ambiental.[26]

Entre las razones internacionales que explican la introducción de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático del sector minero, destacan las siguientes:

Dentro de las razones con alcance nacional, destaca la firma de un Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero (15 de julio de 2014), que fomenta el desarrollo de planes de eficiencia energética en las empresas miembro del Consejo, incluyendo la realización de una auditoría energética, la identificación de medidas de eficiencia ad hoc y la definición de un plan de implementación de corto, mediano y largo plazo.

- La membresía en asociaciones internacionales como el Carbon Disclosure Proyect o el International Council of Mining and Metals. El objetivo de este último es fomentar el desarrollo sustentable de la industria y destacar a las empresas líderes en la temática.
- Las políticas corporativas de empresas multinacionales con operaciones en el país.
- La cotización de acciones en bolsas internacionales con índices de sustentabilidad que evalúan el quehacer de las empresas y que están a disposición de los inversionistas.
- La presión de inversionistas respecto de la gestión de las emisiones de GEI, en el marco del Acuerdo de París.

[26] *Comunicación personal con Sonami, mayo de 2016.*

Según información entregada por ambas asociaciones gremiales, las medidas que apuntan a mejorar el desempeño ambiental de las empresas mineras se determinan según los intereses de cada empresa. Como la energía es su principal insumo y, por ello, su principal fuente de emisiones de GEI, la tendencia sectorial es implementar medidas de eficiencia energética por sobre otras. Sin embargo, en los últimos años se han introducido algunas iniciativas de cálculo y gestión de emisiones de GEI.

Un claro ejemplo de esta diversificación es la reciente publicación de los "Principios del Consejo Minero sobre cambio climático" (Consejo Minero, 2015), en el marco de la presentación de la INDC de Chile ante la CMNUCC en París (es el primer sector industrial en generar principios exclusivos en la materia). Según el Consejo Minero, el objetivo del documento es, por un lado, aportar sectorialmente al cumplimiento de la INDC de Chile y, por otro, reflejar la postura e intención del gremio de actuar bajo dichos parámetros.[27] El documento reconoce el aporte del sector en la emisión de GEI e incluye medidas costoeficientes de eficiencia energética para la mitigación, introducción de recursos renovables y otras tecnologías, el apoyo al uso de instrumentos de mercado para reducir emisiones, y la participación activa en las iniciativas público-privadas que buscan alinear opiniones sobre estrategias de mitigación nacionales y sectoriales.

Como se ha visto también en otros sectores, entre las medidas concretadas por la minería destacan algunas con objetivos directos de mitigación de cambio climático y otras que presentan algún co-beneficio de mitigación o adaptación. Entre las primeras se encuentran las siguientes:

- Reporte de emisiones de GEI en el CDP, y evaluación de riesgos y oportunidades asociados al cambio climático.
- Identificación de medidas de reducción de GEI, definición de metas de reducción y diseño de sistemas de MRV.
- Cálculo y compensación de huellas de carbono corporativas y de los trabajadores.

Las medidas que tienen un co-beneficio de mitigación se clasifican en aquellas referidas a la utilización de ERNC y aquellas de eficiencia energética. Entre las primeras destacan las siguientes:

- La compra de energía proveniente de fuentes renovables no convencionales a través de contratos de largo plazo. Algunas empresas declaran que debido a estos contratos a partir de 2019 casi el 80% del abastecimiento provendrá de ERNC.
- La viabilización del financiamiento y la ejecución de proyectos de ERNC a través de la compra de acciones de los proyectos.
- Instalación de paneles solares y/o de concentración solar en las faenas mineras.

Chuquicamata, SERNATUR.

[27] *Comunicación personal con el Consejo Minero, agosto de 2016.*

Entre las acciones de eficiencia energética implementadas por el sector destacan las incluidas en el mencionado convenio entre el Consejo Minero y el Ministerio de Energía, que incluye una evaluación energética para identificar medidas de eficiencia acordes a la operación de la empresa y un plan de implementación: recambio de motores y luminarias, optimización de los procesos productivos y proyectos piloto como el de correas regenerativas (MAPS-Chile, 2014).

Cabe destacar algunas iniciativas de mineras instaladas en la zona norte que tienen co-beneficios tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático, como el uso de agua salada en los procesos productivos en vez de desalinizarla, que aunque implica un mayor costo dado su efecto corrosivo evita el aumento significativo del consumo energético asociado a la desalinización (mitigación) y considera la escasez hídrica local (adaptación).

Sector Cemento

Los avances en materia de mitigación de este sector en los últimos años responden a necesidades propias de la industria, como la reducción de costos operacionales, la ampliación de la matriz energética –para reducir la dependencia de combustibles fósiles– y una operación más sustentable para atender a las nuevas demandas de los clientes y la comunidad.[28] También influye la membresía en asociaciones internacionales como la Cement Sustainable Initiative (CSI), que fomenta cambios en la industria para operar con procesos bajos en carbono y que forma parte del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). A continuación se describen algunas medidas con beneficios directos o indirectos de mitigación llevados a cabo por la industria cementera:

Archivo MMA.

A estas medidas se suman aquellas que propenden a la eficiencia térmica y energética de sus operaciones a través de la modificación de equipos para la recuperación de energía (por ejemplo, hornos), de la modernización

- Contabilización y registro de emisiones de GEI: la CSI provee el sistema de verificación y registro Getting the Numbers Right, que documenta las emisiones del sector cementero en el mundo y permite a las empresas gestionarlas.
- Co-procesamiento: reemplazo de combustibles fósiles por otros combustibles y materias primas alternativas (por ejemplo, residuos generados por otras industrias) en el proceso de fabricación de clínker, lo que redunda en eficiencias energéticas notorias. Si bien este sistema responde a una medida de disminución de costos y de gestión de residuos, tiene efectos importantes en la disminución de GEI asociados a la industria.
- Reemplazo de materias primas: en particular el reemplazo de clínker, uno de los elementos que genera emisiones de CO_2 en la industria, por puzolana y otras materias primas alternativas. La sustitución genera una reducción estimada de más del 30% de las emisiones de GEI asociadas a la industria.[29]

[28] *Comunicación personal con Cementos Melón, julio de 2016.*
[29] *Íd.*

de líneas de producción (por ejemplo, molienda) y del sistema de transporte de materiales, lo que ha disminuido el consumo energético (electricidad y combustibles). Cabe destacar, además, otras tecnologías desarrolladas por el sector destinadas a la industria de la construcción que mejoran la aislación térmica de viviendas de manera eficiente (por ejemplo, termomuro), reduciendo así los consumos energéticos domiciliarios.

Sector Acero (siderurgia)

En esta industria la introducción de medidas de mitigación del cambio climático también responde a las razones ya observadas. El posicionamiento de la marca y la diferenciación con competidores nacionales e internacionales explican en parte la introducción de indicadores como la huella de carbono de procesos y productos. Sin embargo, según declaran empresas de la industria, estos indicadores entregan información técnica de relevancia para enfrentar los desafíos que impondrán los compromisos nacionales y las eventuales regulaciones sectoriales en materia de mitigación de cambio climático.[30]

Por otra parte, la diferencia entre los compromisos de mitigación adoptados por distintos países, en el marco del Acuerdo de París, genera incertidumbre respecto de su implementación en el nivel sectorial, ya que se podría producir competencia desleal o *dumping* entre productores locales y los productores internacionales que comercializan sus productos en el país, los que podrían contar con regulaciones menos estrictas que las impuestas en Chile.

Al igual que en otros sectores, la industria del acero ha introducido una variedad de iniciativas de mitigación, algunas de las cuales conllevan un co-beneficio de reducción de emisiones. Entre aquellas con objetivo de mitigación destacan la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de los procesos y productos. A través de la metodología de la World Steel Association (WSA), las empresas de la industria voluntariamente cuantifican las emisiones en cada uno de los procesos involucrados en el ciclo de vida del acero y comunican esta información a los consumidores.[31]

Con respecto a las medidas que tienen un co-beneficio de mitigación, destacan las inversiones destinadas a controlar la emisión de contaminantes locales, como material particulado, y aquellas con objetivos de eficiencia energética, como sistemas de gestión de eficiencia energética al interior de las empresas, gracias a lo cual algunas cuentan con el Sello de Eficiencia Energética otorgado por el Ministerio de Energía, que asegura el desarrollo de un sistema establecido de ahorros de energía.

Cabe destacar iniciativas particulares de algunas empresas que, a través de planes corporativos de compensación de material particulado, han reforestado cerros y parques públicos de Santiago, en coordinación con autoridades locales y con la participación de colegios de las zonas intervenidas.

Archivo MMA.

[30] *Comunicación personal con Gerdau Aza, julio de 2016.*
[31] *Íd.*

6. Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA)

De acuerdo con la CMNUCC, el concepto NAMA refiere a cualquier acción que reduzca emisiones en países en desarrollo y se haya preparado al alero de una iniciativa gubernamental. Estas acciones pueden ser políticas dirigidas a conseguir cambios transformacionales en un sector de la economía, o acciones de todos los sectores para un enfoque nacional más amplio. Las NAMA, que están apoyadas y facilitadas por tecnología, financiamiento y creación de capacidades, se orientan a lograr una reducción de las emisiones relativa a las emisiones *business as usual* en 2020 (CMNUCC, 2014).

Archivo MMA.

6.1. 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.

Con la apertura del prototipo de registro de NAMA y luego del 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.

6.2. Resumen de NAMA chilenas

En Chile se identifican seis NAMA sectoriales, con distintos niveles de madurez y de información disponible (Tabla 4-3). De ellas, cinco se encuentran en el NAMA Registry de la CMNUCC. Algunas han sufrido cambios importantes, los que quedaron plasmados en el Segundo Informe Bienal de Chile.

Tabla 4-3. Acciones Nacionalmente Apropiadas de Chile

Nombre	Descripción	Sector y gases	Periodo	Reducción de GEI estimada	Progreso
Energías renovables para autoconsumo (SSRE) en Chile	Promover la incorporación de sistemas de energías renovables para el autoabastecimiento en Chile creando las condiciones financieras y técnicas para las primeras etapas del desarrollo de esta industria emergente	-Energía -CO_2	2015-2021	1,5 $MtCO_2$ eq	- Se adjudicaron €15 millones a través de NAMA Facility - El Nama Support Proyect (previo a la implementación) se encuentra en la etapa de planificación y preparación detallada
Zona verde para el transporte en Santiago	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 $MtCO_2$ eq	Componente 1: tres taxis eléctricos operativos Componente 2: un bus eléctrico operativo Componente 3: sistema de bicicletas públicas implementado (18 estaciones); dos nuevas ciclovías de alto estándar Componente 4: tres nuevos ejes de semipeatonalización implementados o en implementación; cien cicleteros de superficie instalados En julio de 2016 el progreso de reducción de emisiones se encontraba en estimación
Diseño e Implementación de la Estrategia de Cambio climático y recursos vegetacionales	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. La meta de reducción de emisiones considera la implementación de la totalidad de la ENCCRV, considerando contar con el financiamiento internacional y nacional adecuado.	UTCUTS	2013-2025	42 $MtCO_2$eq	Desarrollo de protocolo metodológico para determinar el grado de reducción de la vulnerabilidad al cambio climático, vinculado al Marco de Indicadores Sociales y Ambientales de la ENCCRV, el cual se empleará como base para generar los reportes que contendrá el Sistema de Implementación de Salvaguardas. Dos proyectos de carácter territorial que pretenden testear y mejorar la definición de las medidas de acción vinculadas a actividades de silvicultura preventiva de incendios forestales Cursos internacionales en el contexto de los recursos vegetacionales, el cambio climático y la desertificación.
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 un sector productivo, basado principalmente en las mejores técnicas disponibles en el mercado	Transversal	2012-2020	18,4 $MtCO_2$ eq	- 2015: se firman 17 acuerdos, acumulando 46 acuerdos desde 2012 - Reducción acumulada estimada: 2.224.083 tCO_2 eq
Programa de valorización energética de residuos industriales (antes Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile)	En proceso de rediseño, cambiando su objetivo para conseguir un programa de valorización energética de residuos industriales	-Energía, Residuos -CO_2, CH_4	Por definir	Potencial de reducción en estimación	El diseño original presentaba dificultades de implementación, por lo que con apoyo internacional se desarrolla un estudio para modificarlo, enfocándose en los beneficios energéticos del tratamiento de residuos industriales. Se espera contar en 2016 con este nuevo diseño y con la estimación de reducciones potenciales
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 se está trabajando con la intención de registrarla como NAMA ante la CMNUCC. 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		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

7. Medición, reporte y verificación de las acciones de mitigación

Medición, reporte y verificación (MRV) es una expresión que se usa para describir todas las medidas que tomen los países para recolectar datos de emisiones, acciones de mitigación y apoyo; compilar esta información en reportes e inventarios y someterlos a alguna forma de revisión o análisis. En la CMNUCC el concepto de MRV ha estado implícito en las decisiones y los mecanismos multilaterales como parte fundamental del seguimiento al progreso de cada una de las Partes. Sin embargo, no fue sino hasta la Conferencia de las Partes realizada en Bali en 2007 (COP13) que la expresión empezó a usarse de manera común y a agrupar todos los aspectos relacionados con la transparencia en el régimen climático (International Partnership on Mitigation and MRV, 2014).

Día Conciencia del Ruido, archivo MMA

7.1. Marco genérico de MRV en Chile

El objetivo de hacer MRV en Chile es promover la transparencia de las actividades de mitigación de GEI a través de mecanismos que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de sus objetivos. Si bien Chile reporta sus acciones de mitigación a la comunidad internacional a través de los Informes Bienales de Actualización y de sus Comunicaciones Nacionales, tal y como lo solicita la CMNUCC, poseer sistemas de MRV de acciones individuales es clave para evaluar la efectividad de esas acciones.

Desde 2011, Chile ha trabajado en sistemas de MRV independientes que han servido como herramientas de gestión para NAMA y para crear capacidades a través del apoyo internacional de diversos proyectos. Durante 2013, en respuesta a la solicitud de sectores interesados en realizar acciones de mitigación, se comenzó a pensar en desarrollar un documento que diera las directrices para entender y desarrollar los elementos básicos que un sistema MRV debía contener. Es así como en 2014, gracias al patrocinio del Reino Unido a través de su Fondo de Prosperidad, el MMA desarrolló el documento "Directrices para un marco genérico de MRV para NAMAs" (MMA, 2015c), que explica cómo pueden medirse, reportarse y verificarse los impactos en las emisiones de GEI y otros co-impactos de acciones de mitigación. Si bien se desarrolló para NAMA, puede usarse para cualquier tipo de acción que genere mitigación de emisiones de GEI.

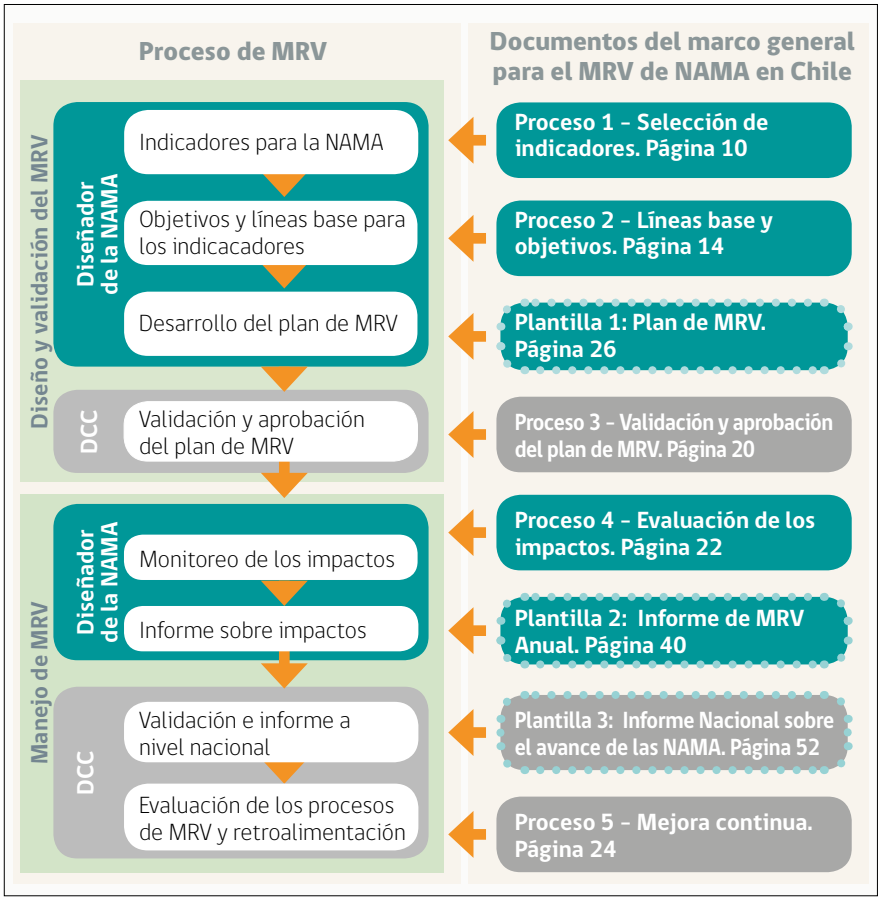
El principal objetivo del documento es que los enfoques de MRV aplicados a acciones de mitigación en Chile sean coherentes, y apoyar la coordinación entre los diversos sistemas. Con ese fin, el documento da directrices técnicas y procedimentales. La orientación técnica se basa en el Estándar de Políticas y Acción del World Resources Institute (WRI),[32] y la orientación procedimental explica los pasos que deben seguir tan-

[32] *"Policy and Action Standard". Recuperado de: www.wri.org/publication/policy-and-action-standard.*

to los desarrolladores de la acción como el Departamento de Cambio Climático del MMA para garantizar un enfoque seguro y consistente. Por ejemplo, se definen lineamientos como el orden en que deben hacerse las cosas o quién debe ser consultado, entre otros. La orientación técnica explica qué datos serán necesarios y cómo se deben recopilar y usar para desarrollar indicadores, líneas base y objetivos. El documento también proporciona una serie de plantillas para llenar con la información relevante, de modo de reportar de manera consistente y oportuna en cada caso. La Figura 4-10 muestra el diagrama de procesos que propone el marco genérico.

Archivo MMA.

Figura 4-10. Diagrama del proceso MRV de NAMA



Fuente: MMA, 2015c

7.2. Reglas de contabilidad y MRV

Durante 2016, el Departamento de Cambio Climático del MMA, a través del proyecto Low Emission Capacity Building (LECB), desarrolló un estudio para definir reglas de contabilidad básicas para las acciones de mitigación en Chile y diseñar preliminarmente los contenidos de una posible plataforma de MRV centralizada. Este estudio tenía como objetivos adicionales identificar los vínculos y sinergias entre la información generada por el Sistema Nacional de Inventarios y los sistemas MRV usados en Chile, y contar con un análisis inicial de aspectos relacionados con reglas de contabilidad para acciones de mitigación y MRV en Chile (doble conteo, incoherencias metodológicas, supuestos, indicadores, etcétera).

Se identificaron las acciones de mitigación que se desarrollan en el país con diversos alcances y límites, y se propuso una estructura de análisis basada en mapas de información para identificar las interrelaciones entre las acciones y las políticas y poder aplicar las reglas de contabilidad.

7.2.1. Reglas de contabilidad

El objetivo de contar con reglas de contabilidad propias para Chile es identificar posibles conflictos en el análisis de información, como doble conteo, diferencias de alcances o diferencias metodológicas, que deben ser considerados y resueltos para hacer un seguimiento del progreso de las acciones de mitigación en el país (Centro de Energía, 2016).

El estudio identifica tres tipos de reglas de contabilidad que se deben definir para hacer seguimiento a las acciones de mitigación en Chile: de coordinación, metodológicas y de integración (Figura 4-11).

Posiblemente la mayor parte del trabajo técnico se centrará en el desarrollo de reglas de integración, cuyo objetivo es analizar la coherencia de la evaluación de las medidas de mitigación suponiendo que se incorporan en forma conjunta. Asimismo, el análisis integrado permitirá verificar el cumplimiento de los compromisos internacionales de reducción de GEI, los que generalmente tienen una aplicación en el nivel nacional (Centro de Energía, 2016).

7.2.2. Plataforma centralizada de MRV

Dados los distintos tipos de acciones de mitigación que se llevan a cabo en Chile, y la diversidad de sistemas que se utiliza para medir el progreso de los indicadores asociados a estas acciones, el estudio sobre reglas de contabilidad también abordó el diseño conceptual y preliminar de los contenidos de una plataforma centralizada de MRV para el país.

Actualmente, Chile dispone de sistemas MRV para las NAMA (por ejemplo, NAMA del sector forestal o NAMA de autoabastecimiento), para los programas (por ejemplo, acuerdos de producción voluntarios o programas monitoreados por la ACHEE), para las metas (por ejemplo, meta de eficiencia energética monitoreada por el Ministerio de Energía), etc., todos los cuales están o serán desarrollados en distintas plataformas computacionales (Centro de Energía, 2016).

Figura 4-11. Reglas de contabilidad propuestas para Chile

Fuente: Centro de Energía, 2016

La plataforma de registro de acciones de mitigación, que se alimentará de los distintos sistemas MRV, debe tener en cuenta la naturaleza de las medidas monitoreadas por estos sistemas. La propuesta del estudio de reglas de contabilidad se basa principalmente en la creación de una base de datos de políticas o medidas con impacto en la reducción y absorción de GEI. A esta base de datos tendrían acceso todas las instituciones que adoptan medidas y funcionaría como una interfaz entre los sistemas MRV individuales y la institución encargada de canalizar la información que se reporta a la CMNUCC, que es el Departamento de Cambio Climático del MMA (Centro de Energía, 2016).

Es preciso tener en cuenta que esta base de datos no reemplaza las actividades de coordinación entre las instituciones que participan de la contabilidad de emisiones, sino que se plantea como una herramienta de apoyo a esta actividad. Una vez que la información se encuentre almacenada en la base de datos, la institución encargada podrá aplicar una serie de filtros con el objeto de conocer la coherencia de la información que será reportada a la CMNUCC.

Se espera que dicha plataforma pueda desarrollarse en el mediano plazo, para lo que se organizará un grupo de trabajo intersectorial en el que se discutirán los aspectos relevantes para su preparación e implementación.

8. Acciones transversales de apoyo a una economía baja en carbono

8.1. Proyecto LECB-Chile

El proyecto Low Emission Capacity Building, o Programa de Fomento de Capacidades para el Desarrollo Bajo en Emisiones de Carbono para Chile, es parte de una iniciativa liderada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en veinticinco países. El proyecto, financiado por los Gobiernos de Alemania y Australia, y por la Comisión Europea, busca fomentar y crear capacidades públicas y privadas para la medición y mitigación de las emisiones de GEI a través de acciones apropiadas para el país, de modo de tender hacia su desarrollo con bajas emisiones de carbono y de mejorar las políticas públicas que abordan el cambio climático.

Archivo MMA

El LECB-Chile comenzó a operar en septiembre de 2012 por un plazo de tres años y fue ejecutado por la OCC del MMA, con el apoyo del PNUD. Obtuvo los siguientes resultados:

- Componente 1. Actualización del INGEI y creación de un sistema nacional de inventario de GEI
- Componente 2. Implementación del Programa Nacional de Gestión del Carbono
- Componente 3. Creación de un sistema de MRV para NAMA en los sectores público y privado
- Componente 4. Diseño de una Estrategia Nacional de Desarrollo Bajo en Emisiones (LEDS), que incorpora los resultados de los tres primeros componentes

De los logros de este proyecto destacan la institucionalización del proceso de actualización del INGEI nacional, la implementación del Programa HuellaChile (descrito en la siguiente sección) y la Revisión del Gasto Público Climático (CPER, por su sigla en inglés), entre otros. Además, a través del proyecto LECB se han potenciado otras iniciativas relevantes en materia de mitigación y MRV, como las "Directrices para un marco genérico de MRV para NAMA" y la evaluación de un marco sobre presupuestos de carbono (Carbon Budgets) en Chile, ambas gestionadas por el Prosperity Fund del Reino Unido.

8.2. Programa HuellaChile

El vínculo y las alianzas entre los sectores público y privado son clave para llevar adelante acciones de mitigación de GEI en el país. Con ese objetivo, el Programa HuellaChile busca fomentar la gestión de emisiones de GEI y recopilar información sobre los esfuerzos de organizaciones en ello.

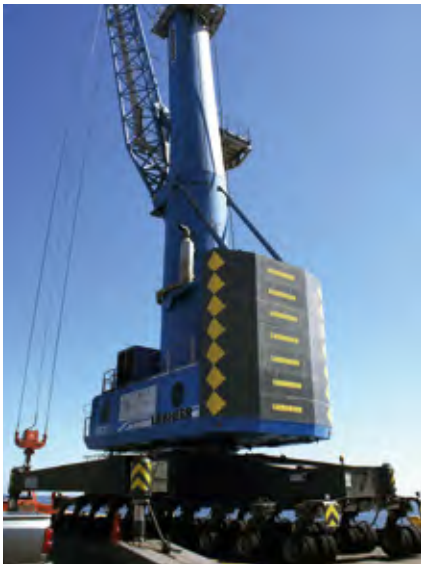
HuellaChile, que nació en 2013 en la OCC (ahora Departamento de Cambio Climático) del MMA, en el marco de LECB-Chile, es la iniciativa oficial del Gobierno de Chile para la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de GEI corporativas en el territorio nacional. Es también una de las primeras instancias oficiales para la participación activa del sector privado en la mitigación del cambio climático.

El programa tiene además como objetivos:

- Difundir la gestión de emisiones de GEI y capacitar a las organizaciones en esta materia.
- Facilitar la cuantificación de emisiones de GEI a través de una herramienta de cálculo en línea y gratuita.
- Establecer canales de difusión para el reporte voluntario de GEI.
- Reconocer el esfuerzo y compromiso con la mejora continua con logos de reconocimiento a la actuación temprana de las organizaciones participantes.
- Fomentar el mercado de carbono en Chile, mediante el reconocimiento a la adquisición de créditos de carbono de proyectos nacionales.

Archivo MMA.

HuellaChile se ha desarrollado en dos etapas. La primera, ejecutada durante 2013 y 2014, consistió en el diseño y planificación del programa en conformidad con las normas NCh-ISO 14064/1:2013 (partes 1, 2 y 3), NCh-ISO 14065:2014, NCh-ISO 14066:2012 y NCh-ISO 14069:2014. Además, en esta fase se elaboró una herramienta de cálculo de emisiones de GEI corporativas y una prueba piloto de la misma con la participación voluntaria de más de cuarenta organizaciones.


Archivo MMA.

En la segunda etapa, que empezó en 2015 y que corresponde a la ejecución del programa, destacan tres tareas principales:

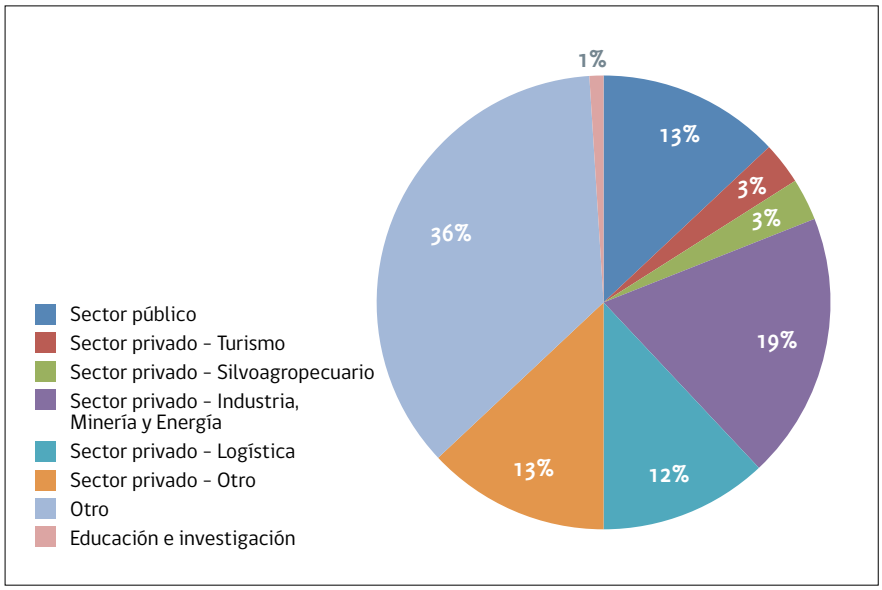
- Provisión de una herramienta de cálculo de emisiones de GEI corporativas, en línea y gratuita, inserta en el sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).
- Apoyo técnico del equipo de profesionales del programa a las organizaciones participantes para proponer acciones de mitigación y realización de capacitaciones sobre el cálculo de emisiones de GEI y el uso de la herramienta a lo largo de Chile.
- Entrega de logos de reconocimiento a las organizaciones participantes, dependiendo de la gestión alcanzada. Los niveles de reconocimiento son cuantificación de GEI, reducción de GEI, neutralización de GEI y excelencia en la gestión de GEI.

En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- Se dio inicio al proceso de mejoras en la herramienta de cálculo, con la incorporación de nuevas fuentes de emisión y factores de emisión homologados con el SNIChile.
- Se definieron los formatos de informe y declaración de cuantificación de GEI.
- Se creó una mesa de trabajo en la que participaron más de diez organizaciones verificadoras, cuyo objetivo fue generar acuerdos respecto del proceso de verificación y proponer acciones de integración al programa, identificando beneficios y restricciones para diversos tipos de organizaciones.
- Se capacitó sobre el cálculo de GEI y se elaboraron manuales de usuario de la herramienta de cálculo de HuellaChile.
- Se incluyó al Programa HuellaChile en los requisitos de compras públicas del MMA, para promover que los proveedores se adhieran al programa y comiencen a calcular sus emisiones de GEI para que luego, en el mediano y largo plazo, realicen acciones de reducción.

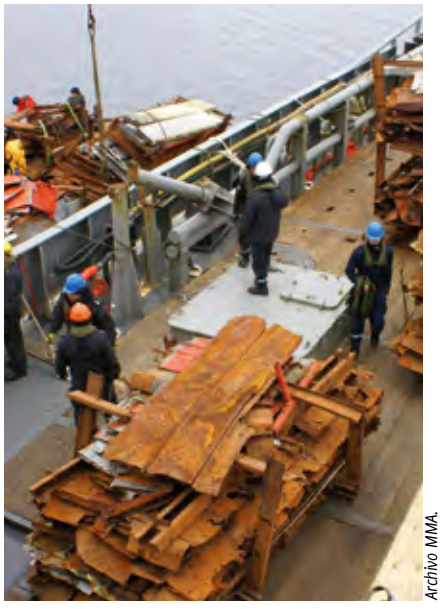
Hasta el primer semestre de 2016, el programa contaba con más de 60 organizaciones registradas y cerca de 700 personas capacitadas a lo largo de Chile. En la Figura 4-12 se presenta la distribución de participantes por sector.

Figura 4-12. Organizaciones participantes por sector, primer semestre del 2016



Fuente: Elaboración propia

Para participar en el programa, las organizaciones deben enviar una carta de intención y compromiso voluntario de participación, cuyo formato se encuentra en www.huellachile.cl, registrarse en la Ventanilla Única del RETC y solicitar el sistema sectorial "huella de carbono". Una vez registradas, pueden ingresar datos de actividad de un año en la herramienta de cálculo, obteniendo como resultado una planilla Excel denominada "Reporte de emisiones de GEI". Posteriormente, con los resultados obtenidos en el reporte se debe elaborar una declaración y un informe, cuyos formatos se encuentran en la página web de HuellaChile.

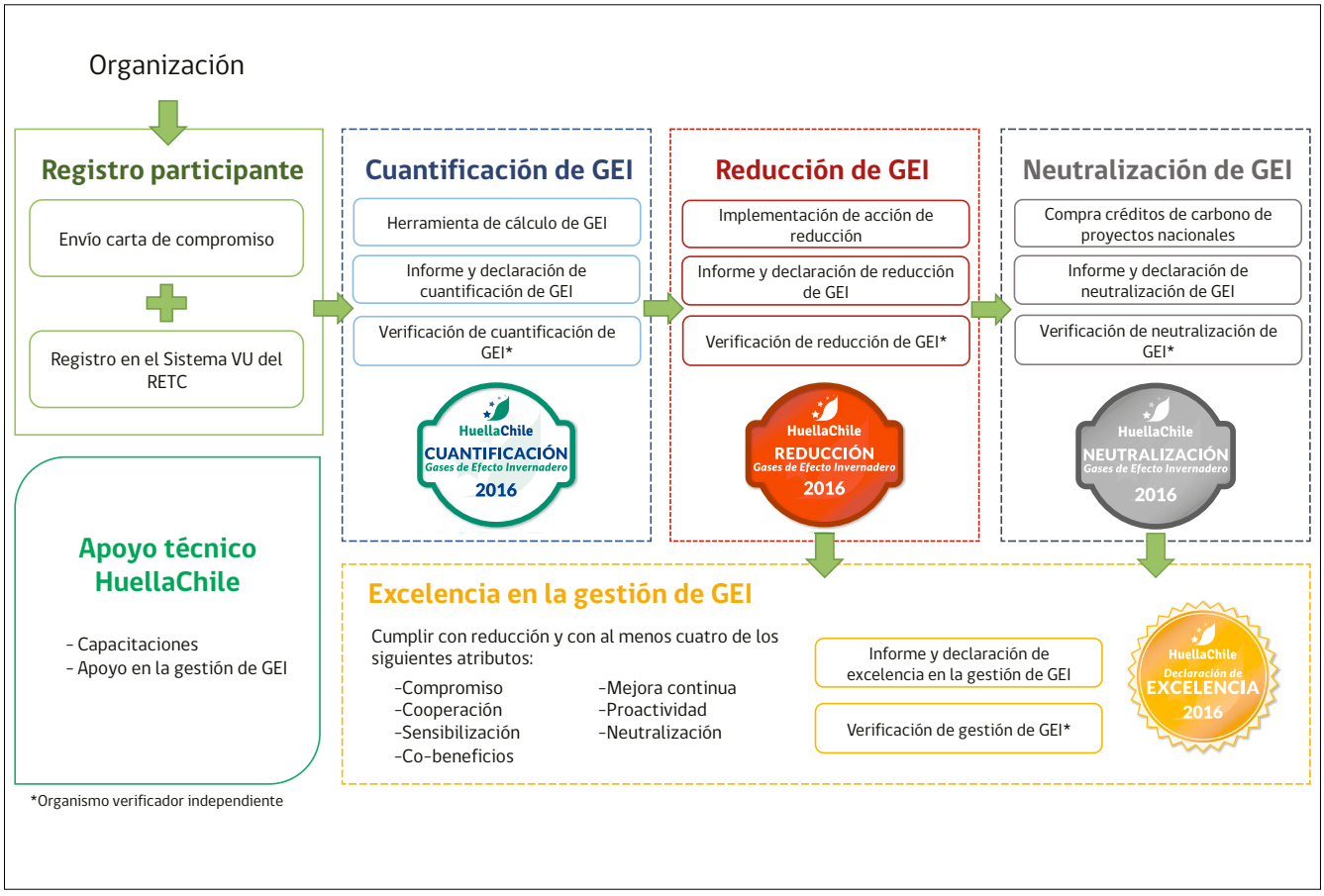


Archivo MMA.

Una de las etapas del programa consiste en la verificación por parte de un organismo independiente, que es requisito para la obtención de logos de reconocimiento. Luego de la verificación se emite una declaración que ratifica la conformidad del informe y de la declaración de acciones de cuantificación, reducción, neutralización y otros atributos asociados a la gestión de emisiones de GEI.

En la Figura 4-13 se presentan los niveles y procedimientos requeridos para conseguir cada logo de reconocimiento.

Figura 4-13. Proceso de participación del Programa HuellaChile



Fuente: Elaboración propia

Los logos de reconocimiento constatan la gestión del carbono realizada por la organización durante un año, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- Cuantificación de GEI: se otorga a las organizaciones que cuantifican, informan y verifican con una parte independiente sus emisiones de GEI durante un año.
- Reducción de GEI: se otorga a las organizaciones que además de lo anterior aplican acciones directas para reducirlas. Estas reducciones de GEI deben estar verificadas por una parte independiente.
- Neutralización de GEI: se otorga a las organizaciones que logran la neutralidad de las emisiones de GEI gracias a medidas de mitigación y a la adquisición de créditos de carbono.
- Excelencia en la gestión de GEI: se otorga a las organizaciones que, además de cumplir con los requisitos de cuantificación y reducción, tienen a lo menos cuatro de los siguientes seis atributos: neutralización, compromiso, proactividad, cooperación, difusión y capacitación, y co-beneficios.

El programa lleva un registro de todas las instituciones que han obtenido un logo, con los respectivos informes y declaraciones. Los informes serán de uso exclusivo de la institución verificadora y del programa.

Los participantes del programa podrán usar los logos pero asociándolos exclusivamente a la organización que obtuvo el reconocimiento. No podrán usarlos en sus productos, ya que la cuantificación de emisiones de GEI es organizacional y no para la huella de carbono del producto mismo.

9. 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.

Archivo MMA.

9.1. Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto

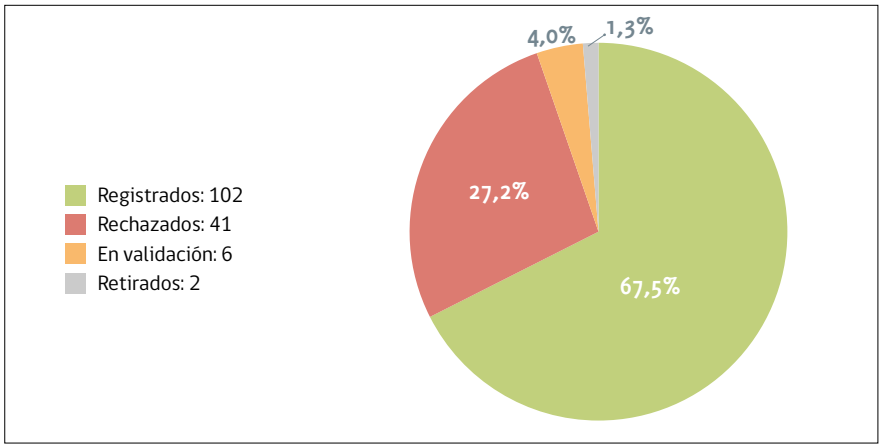
Desde que Chile ratificó el Protocolo de Kioto en 2002, ha participado activamente en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y se ha convertido en un actor relevante de los proyectos registrados en Latinoamérica y el mundo. En 2003 estableció su Autoridad Nacional Designada (AND), de acuerdo con la 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), 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 151 proyectos, de los cuales 102 (67,5%) han sido registrados con éxito ante la Junta Ejecutiva del MDL, 6 (4%) se encuentran en etapa de validación, 41 (27,2%) han sido rechazados y 2 (1,3%) fueron retirados de forma voluntaria por sus proponentes (Figura 4-14).

Los proyectos registrados o en proceso de validación (108) representan el 1,3% de los proyectos del mundo, con lo que el país queda en el noveno lugar mundial, y el 9,8% de los de Latinoamérica, lo que posiciona al país en el tercer lugar regional. Treinta de estos proyectos (27,8%) son de pequeña escala. En la Figura 4-15 se observa que la mayoría están relacionados con la hidroelectricidad (31,5%), seguida de la energía eólica (18,5%), del gas de relleno sanitario (13,9%), de la biomasa (12%), de la evitación de metano (7,4%), de la energía solar (7,4%), del óxido nitroso (2,8%), de la aforestación (1,9%) y de otros tipos (4,6%).

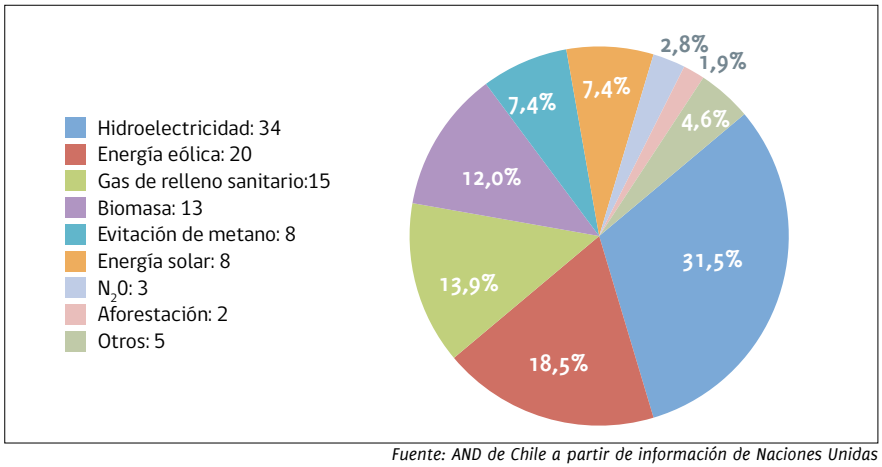
Es importante destacar que 77 proyectos MDL registrados y en validación corresponden a nuevas formas

Figura 4-14. **Estado de los proyectos chilenos presentados ante la Junta Ejecutiva del MDL**



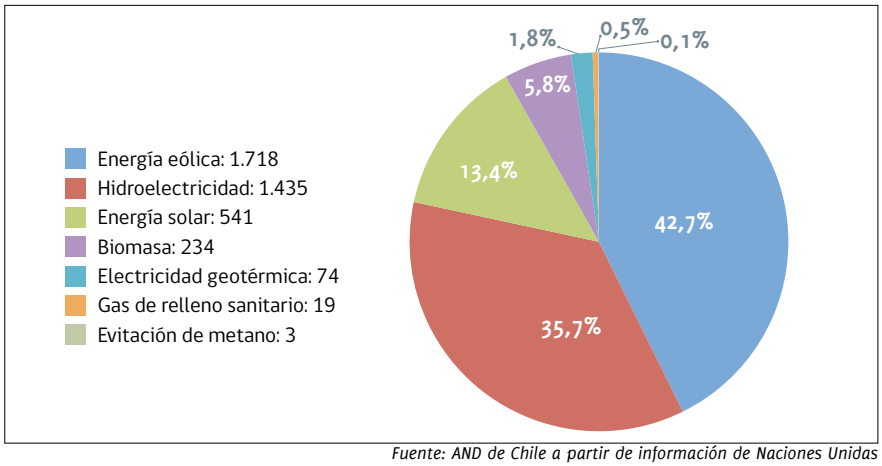
Fuente: AND de Chile a partir de información de Naciones Unidas

Figura 4-15. **Tipología de los proyectos MDL registrados y en validación**



Fuente: AND de Chile a partir de información de Naciones Unidas

Figura 4-16. **Capacidad instalada (MW) de los proyectos MDL registrados y en validación, por tipología**



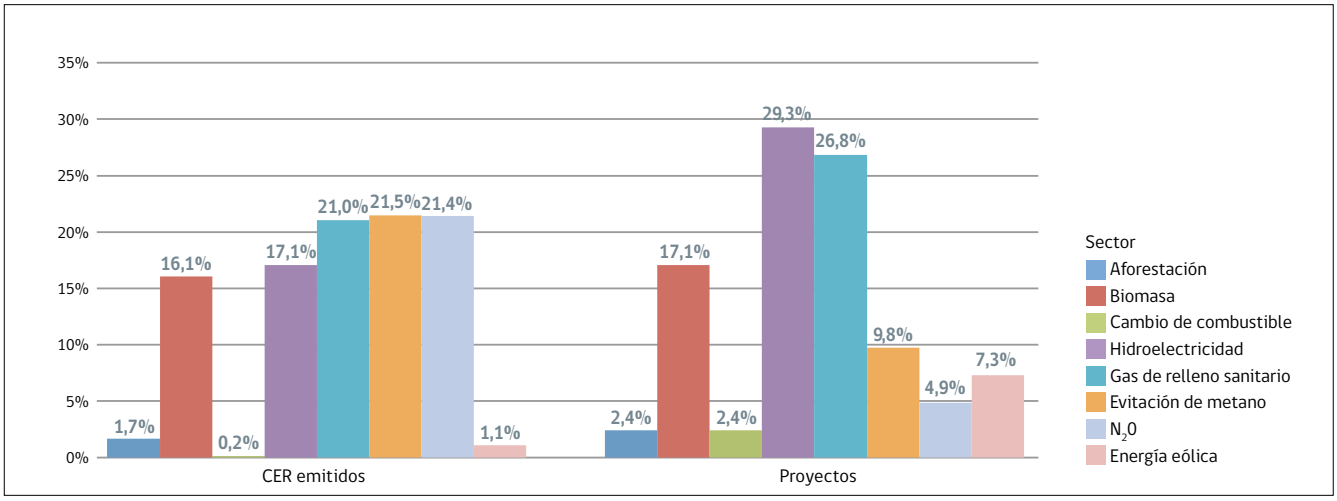
Fuente: AND de Chile a partir de información de Naciones Unidas

de energía, los cuales han aportado 4.024 MW de capacidad instalada al país. En la Figura 4-16 se muestra que el principal aporte proviene de la energía eólica (42,7%), seguida de la hidroelectricidad (35,7%), la energía solar (13,4%), 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 quinto lugar entre los países con mayor cantidad de capacidad instalada por proyectos MDL de energía solar y energía eólica.

En cuanto a los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) emitidos, 41 proyectos registrados ya han generado un total de 23,5 millones de CER, representando el 1,4% de los CER emitidos en el mundo y el 10,7% 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 4-17 se aprecia que las principales tipologías que han emitido CER son la evitación de metano (21,5%), seguida de óxido nitroso (21,4%), gas de relleno sanitario (21%), hidroelectricidad (17,1%), biomasa (16,1%), aforestación (1,7%), energía eólica (1,1%) y cambio de combustible (0,2%). Por otro lado, si bien la evitación de metano y el óxido nitroso aportan en conjunto el 42,9% de los CER, estos solo representan el 4,9% y 9,8% de los proyectos que emiten CER, respectivamente. De estos CER emitidos, a la fecha ya han sido cancelados de forma voluntaria 119.144.

Figura 4-17. Porcentaje de CER emitidos y de proyectos MDL registrados que han emitido CER, por tipología



Fuente: AND de Chile a partir de información de Naciones Unidas

Otro aspecto relevante es que Chile ha propuesto 12 nuevas metodologías a la Junta Ejecutiva del MDL, de las cuales 10 han sido aprobadas, lo que representa el 6% de las metodologías aprobadas en el mundo. Estas se relacionan con biogás, biomasa, reciclaje de CO_2, co-generación, cambio de combustible, hidroelectricidad, óxido nitroso y residuos.

9.2. Partnership for Market Readiness (PMR)

Luego de que se anunciara la reforma tributaria y con ella la implementación, por primera vez, de los impuestos verdes, se hicieron ajustes a los componentes 1 y 2 del proyecto PMR-Chile para responder a las prioridades del país en materia de instrumentos de precio al carbono (Cuadro 4-3), para lo cual en la primera etapa del proyecto PMR se concentraron los esfuerzos en la implementación del impuesto al carbono y su sistema de MRV. Este último fue concebido para ser compatible con una escalada del impuesto (hacia otras tecnologías actualmente no afectas) o un potencial sistema de emisiones transables vinculable con otros mercados. Pese a los cambios realizados en dichos componentes, la generación de información robusta para ejecutar el impuesto y transitar hacia instrumentos de mercado más integrales en el futuro sigue siendo el aspecto central del proyecto.

Hoy el PMR avanza en la implementación del impuesto al CO_2 al tener aprobado el reglamento respectivo y encontrarse en avanzado diseño el protocolo de MRV requerido (ver más detalles en la sección siguiente). Se han realizado reuniones nacionales y regionales, en particular con las empresas que están afectas al pago de impuestos verdes, con la finalidad de dar a conocer el reglamento y las metodologías que se están diseñando para implementarlos.

En cuanto a la posible evolución del impuesto al CO_2, se están realizando estudios que entregarán propuestas concretas para su transición, total o parcial, hacia un sistema más integral que considere compensaciones (offsets), otros sectores regulados, o bien un sistema de transacción de emisiones para Chile. La primera fase del proyecto PMR-Chile finaliza en septiembre de 2017, por lo que se espera entregar estas propuestas de transición a las autoridades gubernamentales.

9.3. Impuestos verdes

El 26 de septiembre de 2014, la Presidenta Bachelet promulgó la Ley de Reforma Tributaria, con lo que se introdujeron los primeros impuestos verdes en Chile. Estos corresponden a tres nuevos gravámenes. El primero se aplica a la primera venta de vehículos livianos de acuerdo con su rendimiento urbano y emisiones de NO_x. El segundo se aplica a fuentes fijas y grava las emisiones a la atmósfera de los contaminantes locales SO_2, NO_x y MP. Se espera que estos impuestos tengan co-beneficios importantes, pero indirectos, en la reducción de GEI. El tercero es un impuesto directo a la emisión de CO_2 de USD 5 la tonelada. El impuesto tanto a contaminantes locales como globales

está orientado a establecimientos cuyas fuentes están conformadas por calderas o turbinas que en su conjunto suman una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos), considerando el límite superior del valor energético del combustible, con lo que se grava principalmente a las plantas de generación eléctrica. Se estima que cerca de 80 establecimientos estarán afectos al impuesto, con lo que se abarcará aproximadamente el 40% de las emisiones totales de CO_2 eq. El impuesto al CO_2 no aplicará a emisiones de medios de generación renovable no convencional cuya fuente de energía primaria sea la biomasa.

Para aplicar el impuesto se han elaborado instrumentos que se encuentran en proceso de socialización y discusión. Entre ellos se cuentan un reglamento de carácter procedimental, protocolos para cuantificar las emisiones contaminantes a gravar, y un sistema de registro que identifica y catastra a los establecimientos afectos y sus fuentes emisoras. Además, con el apoyo de la iniciativa PMR que lidera el Banco Mundial, se está avanzando en el diseño y puesta en marcha de una MRV que sustentará la implementación del impuesto, cuya concepción considera una potencial escalada del instrumento hacia otras fuentes contaminantes y GEI.

De acuerdo con el análisis del Ministerio de Hacienda, la recaudación estimada del impuesto a las fuentes fijas será de USD 143 millones anuales al 2018. En consonancia con las prioridades de la política nacional, gravará en mayor medida el CO_2. La recaudación por este GEI será del orden del 85% de la recaudación total del conjunto de impuestos verdes.

Lycalopex culpaeus, Charif Tala.

Cuadro 4-3. Contexto del proyecto PMR en Chile

Chile se incorporó al PMR (Alianza de Preparación para los Mercados de Carbono) en mayo de 2011, luego de que el Banco Mundial aprobara su expresión de interés y le asignara USD 350.000 para la fase de preparación. La donación fue utilizada para una serie de análisis de base, entre ellos de los elementos necesarios para el diseño y aplicación de un sistema de emisiones transables en Chile, incluido su sistema de MRV, así como propuestas para diseñar e implementar mecanismos de créditos de carbono sectoriales. Además, facilitó giras de estudio para visitar a los reguladores de los sistemas de transacción de emisiones (ETS) en otros países.

Los Ministerios de Hacienda y Medio Ambiente apoyarán al Ministerio de Energía en su condición de punto focal para la ejecución del proyecto en Chile.

- Componente 1: evaluación de la factibilidad de uno o más instrumentos de fijación de precios de carbono en el sector Energía, considerando los análisis regulatorios, institucionales y económicos necesarios para su implementación.
- Componente 2: diseño e implementación de un marco de MRV y un sistema de registro para monitorear y registrar en línea las GEI. Teniendo en cuenta el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), los atributos legales asociados con la recolección de datos de este registro, así como su capacidad para servir de plataforma única para el reporte de emisiones, el Gobierno chileno contempla mejorar y fortalecer el cálculo y reporte en el área específica de GEI del RETC.
- Componente 3: estrategia de comunicación y compromiso de participación de los diversos actores relacionados con los instrumentos que se evalúen. Entre otros aspectos, se identificarán vacíos y necesidades de entrenamiento y capacitación en los sectores público y privado, y se realizarán visitas técnicas a países con experiencia en estos instrumentos.

Bibliografía

ACHEE (2012). Reporte Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Santiago: 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: www.adapt-chile.org/red_de_municipios.htm

--- (2015). Academias de Cambio Climático 2015. Obtenido de Adapt-Chile: www.adapt-chile.org/web/academias/

--- (2016). Estrategias Energéticas Locales 2016: Proyecto financiado por el Ministerios de Energía a través del programa "Comunas Energéticas". Obtenido de Adapt-Chile: www.adapt-chile.org/web/estrategias-energeticas-locales-2016/

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/OCDE (2016). "Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016". Santiago: Naciones Unidas.

CLG-Chile (julio de 2014). CLG: Líderes Empresariales contra el Cambio Climático. Obtenido de http://www.clgchile.cl/

CMNUCC (julio de 2014). United Nation Framework Convention on Climate Change. Obtenido de http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7172.php

CMNUCC (2015). United Nations Convention on Climate Change. Obtenido de Focus: Mitigation: www.unfccc.int

CNE (julio de 2016). Comisión Nacional de Energía. Obtenido de www.cne.cl

CNE (julio de 2016). Energía Abierta. Obtenido de Capacidad total instalada: http://energiaabierta.cne.cl/

COCHILCO (2014). Informe de Tendencias del Mercado del Cobre abril - junio de 2014. Obtenido de sitio web de COCHILCO: http://www.cochilco.cl/Presentaciones/20140708131201_Informe_de_Tendencias_del_Mercado-del_Cobre_%20Abril_junio-2014.pdf

--- (2015). Informe de Actualización del Consumo Energético de la Minería del Cobre al Año 2014. Obtenido de sitio web de COCHILCO: http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/energia/Informe_de_Consumo_de_Energia_2014_VF.pdf

--- (2016). Proyección del Consumo de Electricidad en la Minería del Cobre 2015-2026. Obtenido de sitio web de COCHILCO: http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/energia/Proyeccion_del_consumo_de_electricidad_en_la_mineria_del_cobre_2015_-_2026_VF.pdf

CONAF (2016a). Estrategia Nacional de Cambio climático y Recursos Vegetacionales 2017 – 2025. Santiago: Ministerio de Agricultura.

--- (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.

Consejo Minero (diciembre de 2015). Reporte Anual 2015. Obtenido de sitio web de Consejo Minero: https://issuu.com/consejominero/docs/reporte-anual-2015/3?e=19274390/30000297

Coordinación General de Transportes de Santiago (2011). Informe de Gestión Transantiago. Santiago.

DTPM (2012). Informe de Gestión. Santiago.

--- (2014). Mejoramiento Tecnológico en Buses del Sistema de Transporte Público de Santiago (Transantiago). Santiago.

Generadoras de Chile (2014). SectorGeneración. Boletín del Mercado Eléctrico, 4.

IEA (2015). CO_2 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/

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. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

LAN (2012). Reporte de Sostenibilidad. Santiago.

MAPS-Chile (2013). Informe de Resultados de la Fase 1. Santiago.

--- (2014). Informe de resultados Fase 2. Santiago.

--- (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.

Ministerio de Energía (2014). Agenda de Energía: Un desafío País, Progreso Para Todos. Santiago: Yankovic.

--- (2015). Energía 2050. Santiago: www.energia2050.cl.

--- (julio de 2016). Obtenido de Comuna Energética: www.minenergia.cl/comunaenergetica/

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 Vivienda y Urbanismo (2013). Estrategia Nacional de Construcción Sustentable. Santiago.

MMA (2011). Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente. Santiago.

--- (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

--- (2015b). Cuenta Pública. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente.

--- (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

MTT (2012). Cuenta Pública. Santiago: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

--- (2013). Conectando Chile, Visión Estratégica del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Santiago: Ograma Impresores.

--- (2014). Cuenta Pública del Ministerio de Transporte. Santiago.

--- (2015). Cuenta Pública. Santiago: Ministerio de Transporte.

Red de Pacto Global (2013). Sistema Integración de los Principios del Pacto Global, SIPP. Santiago.

Sistemas Sustentables (2014). Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de mitigación del sector Transporte y Urbanismo". Santiago.

--- (2014a). Proyección Línea Base 2013 y Escenarios de Mitigación del Sector Transporte y Urbanismo. Santiago.

Subsecretaría de Transportes (2013). Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025. Santiago: Ograma Impresores.

Vega Alto Andina, Diego Flores

5

Otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención

1. Introducción

Este capítulo aborda los esfuerzos del país en tecnología, investigación, educación y desarrollo de capacidades nacionales relacionados con el cambio climático, esfuerzos que dan cuenta de que el tema es parte de la agenda nacional y está siendo enfrentado con acciones concretas por la sociedad chilena. Se abarcan las medidas y actividades realizadas desde 2010 al primer semestre de 2016, en continuidad con los esfuerzos previos informados en la Segunda Comunicación Nacional. Los temas de este capítulo son:

- transferencia tecnológica en cambio climático
- observación sistemática del cambio climático
- información de programas de investigación sobre cambio climático
- educación, formación y sensibilización pública acerca del cambio climático
- fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático
- Inclusión del cambio climático en otros instrumentos de gestión o en otras políticas públicas

Castro, Macarena Mella.

En cuanto a la transferencia tecnológica, se describe el sistema de innovación y transferencia y las actividades de transferencia desarrolladas en el país, explicando el marco institucional que rige para la innovación en torno al cambio climático.

El conocimiento y entendimiento de los fenómenos climáticos son necesarios para el desarrollo, la transferencia y la difusión de información sobre la vulnerabilidad del país, así como para la incorporación de tecnologías apropiadas de mitigación y adaptación. Por ello se ha abordado la observación sistemática del cambio climático en Chile con programas nacionales de observación climática, sobre todo de monitoreo del tiempo atmosférico, de condiciones oceanográficas y de glaciares.

En los últimos años ha habido un importante desarrollo de programas de investigación y fortalecimiento de cen-

tros de investigación de cambio climático en el país. Universidades y otros centros de investigación han ejecutado diversos proyectos, y la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) también ha tenido un rol destacado en el fomento del desarrollo científico del país relacionado con la materia.

Los esfuerzos nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático, debido a su complejidad intrínseca y a la interacción de diversos sectores, requieren de la participación activa e informada de la ciudadanía y de los tomadores de decisiones. En vista de ello en los últimos años se han creado actividades de educación, procesos de participación ciudadana y campañas de sensibilización.

La creación y el fomento de capacidades nacionales y locales permite que el sector público realice acciones dirigidas principalmente a integrar la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en las políticas nacionales de mediano y largo plazos. También el fomento de capacidades ha sido parte importante de la agenda de trabajo para organizaciones no gubernamentales de representación de la sociedad civil y el sector privado.

Campo, Isidora Mella.

2. *Transferencia tecnológica*

La transferencia tecnológica en el contexto de este informe alude a 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 y otros, 2007). Por otro lado, la transferencia tecnológica incluye el fomento de capacidades para que personas e instituciones de países en desarrollo puedan crear y desarrollar tecnologías que se integren a su economía (Khor, 2012). Comprende procesos de transferencia de tecnologías y cooperación tecnológica entre países desarrollados, en desarrollo y con economías en transición. Abarca todo el proceso de aprendizaje, comprensión, uso y reproducción de la tecnología, incluida la capacidad para elegir elementos y adaptarlos a las condiciones locales, integrándolos con las tecnologías propias (Metz y otros para IPCC, 2001).

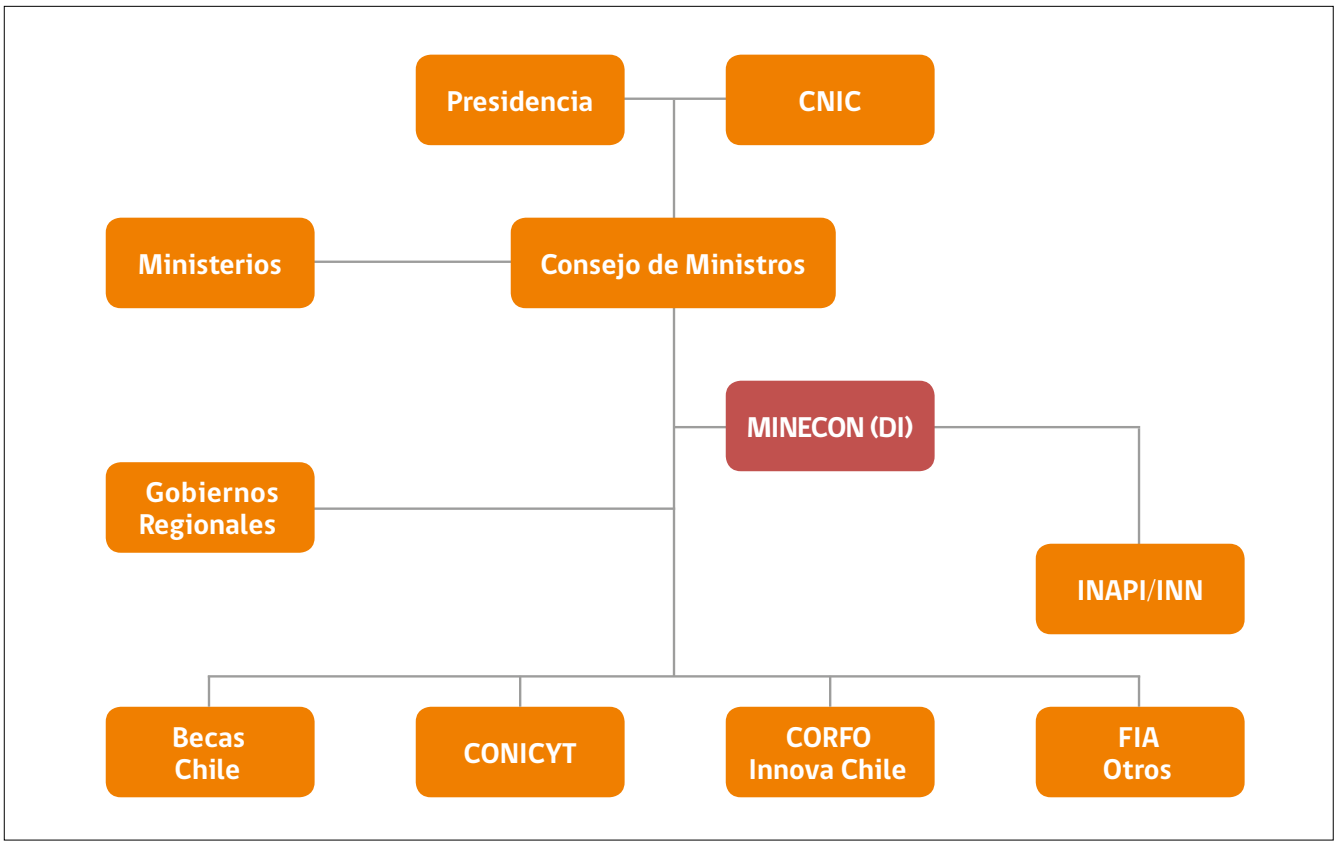
P. eólico Chopa, Imagen de Chile, Felipe Cantillana.

2.1. Mecanismos de transferencia tecnológica en Chile

En Chile, las políticas y los programas de apoyo a la innovación tecnológica están a cargo de entidades públicas y privadas, que conforman el sistema de transferencia tecnológica del país. Este tiene un enfoque de múltiples escalas en función de la operatividad de cada institución, entre las que se distinguen instancias de coordinación general, ejecutoras y sectoriales/regionales, además de instituciones de investigación y difusión de tecnologías.

La interrelación entre las instituciones públicas vinculadas a la innovación y transferencia de tecnologías en Chile se presenta en la Figura 5-1. Si bien no todas las funciones y los procesos involucrados en este esquema tienen como finalidad la transferencia tecnológica para la mitigación y/o adaptación al cambio climático, el esquema permite visualizar desde el marco de políticas y coordinación general hasta las instancias locales en las que se llevan a cabo los procesos de innovación y transferencia tecnológica, el carácter de red y las relaciones.

Figura 5-1. Organigrama del Sistema Nacional de Innovación



Fuente: MINECON, s.f.

Este sistema organizacional y funcional responde a un proceso de aprendizaje y evolución político-institucional iniciado en la década de 1990, caracterizado en una primera etapa por la creación de instituciones que apoyaban la ejecución de proyectos de innovación y tecnología (I+D) en la empresa privada, pero sin prioridades sectoriales. Durante la segunda etapa, iniciada en 1996, con respaldo en estudios prospectivos, se creó el Programa de Innovación Tecnológica coejecutado por el Ministerio de Economía (MINECON), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) (CEPAL, 2014). Esta etapa estuvo caracterizada por focalizar esfuerzos en sectores específicos y comenzar a trabajar en producción limpia junto a otras áreas estratégicas.

A partir del año 2000, la institucionalidad para la innovación y transferencia de tecnologías se caracterizó por aplicar una política mixta de diferenciación, focalizando esfuerzos en áreas estratégicas y el desarrollo de clusters, entendidos como una red de actores vinculados en el desarrollo de un producto, servicio o mercado en una zona geográfica definida. En 2001 se puso en marcha el Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (Innova Chile), que fomentó tecnologías genéricas, incluyendo biotecnología, producción limpia, energías renovables, eficiencia energética y gestión de calidad (CEPAL, 2014).

En 2005 se crea el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) y el 2007 se conforma el Consejo de Ministros para la Innovación, compuesto por los ministerios de Hacienda, Relaciones Exteriores, Educación, Economía, Fomento y Turismo, Transportes y Telecomunicaciones, Obras Públicas, Agricultura y Defensa; luego, en 2013 se incorporaron los ministerios de Energía, Trabajo y Minería. Este Consejo presentó en 2007 la Estrategia Nacional de Innovación, volúmenes I y II, documento que detalló las bases conceptuales y definió dónde y por qué debe actuar el Estado en materia de innovación y competitividad (CNID, 2016).

En 2010 se presentó la Agenda de Innovación y Competitividad 2010-2020,

donde se destacó el cambio climático como tema de interés nacional y como línea de investigación científica a financiar en temas de agricultura y fruticultura (CNIC, 2010). En diciembre de 2015 se presentó el Programa Nacional de Innovación 2014-2018, documento que presenta un diagnóstico del estado de la innovación, investigación y desarrollo y define la hoja de ruta en el período 2014-2018, a través de cuatro ejes de acción: 1) democratizar las rutinas de innovación en pequeñas y medianas empresas, sector público y en la sociedad; 2) contribuir a diversificar la matriz productiva; 3) incrementar la producción de nuevo conocimiento (I+D) y la conexión de las empresas con la producción de dicho conocimiento, vía transferencia tecnológica, y 4) fortalecer la institucionalidad de forma de potenciar el impacto de la acción pública, así como la capacidad de realizar seguimiento y una evaluación más efectiva de los recursos destinados al área (CNID, 2016).

Respecto de los principales organismos involucrados, destaca la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que tiene como objetivo coordinar a las instituciones públicas vinculadas a la implementación de los planes y programas de innovación contenidos en la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento (MINECON, s.f). En enero de 2009 se crea el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) como sucesor del Departamento de Propiedad Industrial del Ministerio de Economía, que desde entonces tiene la tarea de administrar y atender los servicios de propiedad industrial en Chile, y por lo tanto le corresponde promover la protección de la propiedad industrial, difundir el acervo tecnológico y la información de que se dispone al respecto (INAPI, s,f).

Fundo el Carmelo, Isla de Maipo, Isidora Mella.

Finalmente, algunas instituciones que impulsan acciones de transferencia tecnológica entregando financiamiento a instituciones ejecutoras son la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), entre otras. La CONICYT, creada en 1967, tiene dos grandes objetivos o pilares estratégicos: el fomento de la formación de capital humano y el fortalecimiento de la base científica y tecnológica del país, orientando sus esfuerzos al objetivo final de contribuir al progreso económico, social y cultural de Chile.

La CORFO, creada en 1939, tiene como misión "fomentar el emprendimiento, la innovación y una mayor competitividad de las empresas, con el objetivo de impulsar un aumento en la productividad de la economía", y su ámbito de acción es ejecutar políticas que incentiven el emprendimiento, la innovación y la competitividad (MINECON, 2012). La CORFO cuenta con comités como el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), Innova BioBío y el Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES), los que buscan reunir a representantes públicos y privados para abordar tareas estratégicas en el país, abarcando tareas como diseño, implementación, seguimiento, evaluación y promoción de programas o proyectos estratégicos con financiamiento público (CORFO, s.f).

La FIA, en su rol de agencia de fomento a la innovación agraria del MINAGRI, fomenta una cultura de innovación en el sector agrario, agroalimentario y forestal, articulando iniciativas de innovación que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de los agricultores (FIA, s.f).

Si bien estas descripciones no aluden específicamente al cambio climático, el país ha generado una serie de estructuras y funciones institucionales que promueven la innovación tecnológica y que son la plataforma para una transferencia tecnológica orientada al cambio climático. En esta nueva estrategia política se acentúa la visión de largo plazo y el interés por el desarrollo productivo limpio y ambientalmente sustentable.

2.2. Experiencias de transferencia tecnológica en chile orientadas al cambio climático

Según la 5ta. Encuesta de Investigación y Desarrollo (Encuesta I+D), en Chile la proporción del PIB destinada a I+D el año 2014 fue de un 0,38%, porcentaje inferior al 2,4% que invierten en promedio los países de la OCDE en 2013. De acuerdo a los resultados de la misma encuesta, el sector privado financió un 32% del gasto nacional en I+D en 2014 y la ejecución de las iniciativas en I+D se llevaron a cabo principalmente en instituciones de educación superior (39%) y dentro de las propias empresas (33%). Si bien la encuesta no identifica la temática específica del cambio climático, se puede observar en sus resultados que las instituciones de educación superior destinan un 30% del gasto en I+D a ciencias naturales, y los institutos profesionales y observatorios destinan cerca de un 85% a esta área. Por otra parte, en el área de ingeniería y tecnología se observa que el sector privado prioriza sus inversiones con un 60%, a diferencia de las instituciones de educación superior y el Estado, que invierten cerca de un 25% y 16% respectivamente. Otra área interesante de observar es la de ciencias agrícolas, en la cual el Estado invierte cerca de un 50% de su gasto en I+D, a diferencia del sector privado que lo hace en 22% y las universidades con solo un 15%.

Quintay, Macarena Mella.

A continuación se presentan las iniciativas más relevantes de desarrollo de conocimiento tecnológico específico sobre cambio climático, la participación en mercados internacionales emergentes y la generación de un régimen regulatorio, normativo y de apoyo a la transferencia tecnológica.

2.2.1 Actividades lideradas por la CORFO

La CORFO es el organismo ejecutor de las políticas del Gobierno de Chile en el ámbito del emprendimiento y la innovación. Actúa mediante herramientas e instrumentos compatibles con los lineamientos de una economía social de mercado, creando las condiciones para construir una sociedad de oportunidades. Se vincula a la promoción de tecnologías ambientales, lo que incluye la mitigación y adaptación al cambio climático. Ha creado una serie de instrumentos de fomento e incentivo para la adopción de energías renovables no convencionales (ERNC) y eficiencia energética (EE) en distintos sectores del país.

Los siguientes son instrumentos de apoyo en la forma de cofinanciamiento que la CORFO mantuvo disponibles entre los años 2012 y 2015 (Tabla 5-1), para proyectos vinculados a la mitigación y adaptación al cambio climático. Se dividen en instrumentos de desarrollo competitivo, innovación, inversión y financiamiento, emprendimiento y desarrollo de capacidades tecnológicas.

Tabla 5-1. Instrumentos de apoyo (cofinanciamiento) de CORFO entre 2012 y 2015

	Programa	Objetivo
Desarrollo competitivo	Grupos de Transferencia Tecnológica	Apoyar a grupos de 10-15 agricultores, que tengan en común al menos un rubro productivo, con proximidad geográfica entre ellos, para que a través de un trabajo colaborativo y sistemático puedan identificar y resolver los principales problemas productivos y de gestión que enfrentan.
	Programa de Preinversión: Áreas de Manejo de Pesca Artesanal	Apoyar el acceso de las organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas al sistema de administración pesquera denominado Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, mediante el cofinanciamiento de consultoría especializada para la realización de estudios de situación base (ESBAS) e informes de seguimiento.
	Programa de Apoyo a la Inversión de Ciudades Innovadoras	Apoyar la instalación de empresas que desarrollen proyectos que otorguen valor en entornos urbanos. Se considerarán ciudades innovadoras aquellas que adquieran esa calificación en virtud de una metodología elaborada por la Gerencia de Desarrollo Competitivo de CORFO, basada en un conjunto de aspectos: entornos urbanos distintivos, actividad económica funcional a la atracción de talentos y empresas innovadoras, focalización industrial de especialización inteligente, presencia de inmuebles o de zonas interurbanas de interés patrimonial, aptitud creativa o de Smart-Cities derivada de intervenciones o programas implementados por CORFO para tales efectos.
	Programas Estratégicos de Especialización Inteligente	Contribuir a mejorar la competitividad de un sector o plataforma habilitante, a partir de la identificación de desafíos y oportunidades de negocio de alto potencial, generando un mejor entorno para la productividad, la innovación y el emprendimiento, a través de la creación, articulación y difusión de iniciativas, de agentes públicos y privados, tendientes a la remoción de brechas que impiden aprovechar dichas oportunidades.
Innovación	Absorción Tecnológica para la Innovación	Estimular la absorción tecnológica en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) nacionales, de manera de aumentar su productividad y competitividad.
	Asociaciones Tecnológicas para la Competitividad	Aumentar la capacidad de innovación de las empresas a través de la asociatividad, la identificación de oportunidades comunes y el diseño de estrategias para su aprovechamiento; la facilitación del flujo de información, conocimientos y prácticas innovadoras; la agregación de recursos para desarrollar líneas de I+D precompetitivas de impacto sectorial y de mediano plazo; y el acceso conjunto a fuentes de financiamiento público para I+D.
	Centros de Extensionismo Tecnológico	Apoyar la implementación de centros de extensionismo tecnológico que proporcionen a las PYMES una oferta adecuada y efectiva de servicios tecnológicos especializados, asistencia técnica para una adecuada absorción tecnológica, servicios de mejoramiento de su capacidad receptora de tecnologías y fortalecimiento de su capacidad para innovar.
	Programa de Difusión Tecnológica	Mejorar la competitividad de un conjunto de empresas, de preferencia micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) por medio de la prospección, difusión, transferencia y absorción de conocimientos, que se traduzcan en un aumento significativo de su productividad, generación de empleo y sustentabilidad de su estrategia de negocios.
	Programa de Difusión Tecnológica Regional	Mejorar la competitividad de un conjunto de empresas regionales, de preferencia MIPYMES, por medio de la prospección, difusión, transferencia y absorción de conocimientos, que se traduzcan en un aumento significativo de su productividad, generación de empleo y sostenibilidad de su estrategia de negocios.
	Capital Humano para la Innovación	Contribuir a estimular el desarrollo de innovaciones y de I+D en las PYMES nacionales, con la incorporación de profesionales y técnicos que puedan apoyar a las empresas en el desarrollo de proyectos de I+D y de mejoras en su capacidad tecnológica que impacten directamente en la productividad y competitividad.
	Programa Innovación Tecnológica Empresarial	Fomentar la innovación en las empresas nacionales a través del cofinanciamiento de proyectos que signifiquen el desarrollo de productos (bienes, servicios) y/o procesos, nuevos o significativamente mejorados, que les permitan aumentar significativamente su competitividad y/o productividad. Para lograr el objetivo, el programa aborda el proceso de innovación empresarial, que comienza con la fase de detección de oportunidades de mejora competitiva para la empresa (en procesos y/o productos), y el desarrollo de un prototipo (modelo de la solución innovadora), para luego pasar a la fase de validación y empaquetamiento a escala real, y, en caso de tratarse de un nuevo producto, la realización de actividades necesarias para la introducción en el mercado del desarrollo innovador.
	Programa de Innovación Empresarial de Alta Tecnología	Apoyar el desarrollo de proyectos de alta tecnología con potencial comercial importante. Este apoyo se otorga para el desarrollo de fases tempranas, con alto contenido de I+D, que busquen disminuir el riesgo a través de prototipos, ensayos o pruebas, y así aceleren su llegada al mercado.
	Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación y Desarrollo	Contribuir a mejorar la capacidad competitiva de las empresas chilenas, al establecer un incentivo tributario para la inversión en I+D que les permite rebajar, vía impuestos de primera categoría, el 35% de los recursos destinados a actividades de investigación y desarrollo.
	Gestión de la Innovación en el Sector Público	Generar una cultura y procesos permanentes de innovación en el Estado y sus servicios públicos, a fin de fomentar y facilitar la generación e implementación de soluciones innovadoras que agreguen valor a sus servicios y/o productos, a través de proyectos que diseñen e implementen herramientas, procesos y habilidades de gestión de la innovación.
	Bienes Públicos para la Competitividad	Apoyar proyectos que desarrollen bienes públicos destinados a reducir asimetrías de información, para mejorar la competitividad y acelerar el emprendimiento por la vía de disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones críticas para el éxito de los participantes y beneficiarios finales. Se espera que esta información permita y acelere la creación de negocios e industrias o la mejora de productividad para, al menos, un sector relevante de la economía.
	Bienes Públicos para la Competitividad Regional	Apoyar proyectos que desarrollen bienes públicos destinados a reducir asimetrías de información, para mejorar la competitividad y acelerar el emprendimiento por la vía de disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones críticas para el éxito de los participantes y beneficiarios finales, con foco en regiones.

	Programa		Objetivo
Inversión y financiamiento	Cobertura a préstamos de bancos e intermediarios financieros		Respaldar los créditos que financian inversión o capital de trabajo para MIPYMES.
	Cobertura ProInversión		Respaldar ante instituciones financieras operaciones de créditos o leasing de largo plazo de inversión para pequeñas, medianas y grandes empresas.
	Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo		Incentivar el desarrollo del capital de riesgo vía fondos de inversión que inviertan directa o indirectamente en pequeñas o medianas empresas que se encuentren en etapa de creación o expansión, particularmente en aquellas con proyectos innovadores y que tengan un alto potencial de crecimiento.
	Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo: Fondo Etapas Tempranas		Entregar financiamiento a los fondos de inversión para que estos inviertan en PYMES que se encuentren en etapas tempranas y presenten potencial de crecimiento e innovación, mediante créditos o aportes de capital. A cambio, el fondo adquiere un porcentaje de participación en la empresa y se involucra activamente en su gestión.
	Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo: Fondo Desarrollo y Crecimiento		Entregar financiamiento a los fondos de inversión para que estos inviertan en PYMES que se encuentren en etapas de expansión y presenten alto potencial de crecimiento, mediante créditos o aportes de capital. A cambio, el fondo adquiere un porcentaje de participación en la empresa y se involucra activamente en su gestión.
Emprendimiento	Programa Capital Semilla		Apoyar a emprendedores en el desarrollo de sus proyectos de negocios de alto potencial de crecimiento, mediante el cofinanciamiento de actividades para la creación y puesta en marcha de sus emprendimientos.
	Subsidio Semilla de Asignación Flexible para el Apoyo de Emprendimientos de Innovación		Apoyar a emprendedores innovadores con proyectos de alto impacto en el desarrollo de sus empresas en etapas tempranas, para su creación, puesta en marcha y ejecución, y apoyo a las incubadoras de negocios para el desarrollo de estos proyectos.
	Apoyo a Redes de Capitalistas Ángeles		Apoyar la organización, formación y operación de redes de capitalistas ángeles, que aumenten las inversiones en empresas innovadoras de alto potencial de crecimiento, en segmentos de inversión desde M$ 10.000 a M$250.000.
	Programa Semilla Expansión		Otorgar cofinanciamiento para apoyar el crecimiento y consolidación de emprendimientos dinámicos que hayan finalizado las etapas de creación y puesta en marcha, de manera de profundizar en los impactos económicos de estos emprendimientos en todo el país.
	Aceleración de Emprendimientos en Sectores Estratégicos		Cofinanciar programas de aceleración de emprendimientos tecnológicos asociados a sectores estratégicos priorizados.
Desarrollo de capacidades tecnológicas	Programa Atracción de Centros de Excelencia Internacionales de I+D para la Competitividad		Establecimiento en Chile de centros de excelencia en I+D internacionales para realizar actividades de I+D, transferencia tecnológica y comercialización en áreas de frontera tecnológica, con alto impacto económico nacional e internacional, y que fortalezcan las capacidades nacionales de I+D. Para este objetivo se dispone de las siguientes líneas de financiamiento: Atracción de Centros de Excelencia Internacionales de I+D para la competitividad-institucionales y Atracción de Centros de Excelencia Internacionales de I+D para la competitividad-empresariales.
	Programa Atracción de Centros de Excelencia Internacionales de I+D Energía de los Mares		Establecimiento en Chile de centros de excelencia en I+D internacionales para realizar actividades de I+D, transferencia tecnológica y comercialización en el área de la energía de los mares, buscando un alto impacto económico nacional e internacional, y que fortalezcan las capacidades nacionales de I+D.
	Programa de I+D	Línea 1- Perfil de I+D Aplicada	Incentivar la búsqueda de soluciones apropiadas, no disponibles en el mercado, que requieran I+D para responder a oportunidades de mercado, o para abordar desafíos o problemas de un sector.
		Línea 2 - Proyecto de I+D Aplicada	Apoyar la resolución de problemas o desafíos de un sector o abordar una oportunidad de mercado a través de I+D aplicada que culmina en una solución tecnológica expresada como prototipo y/o pruebas experimentales (de laboratorio) y/o pruebas de concepto.
		Línea 3 - Valorización y Protección de Propiedad Intelectual	Apoyar la valorización y protección de la propiedad intelectual de resultados originados de proyectos de I+D, para facilitar su transferencia y comercialización.
		Línea 4 - Empaquetamiento y Transferencia de I+D	Apoyar el empaquetamiento tecnológico y la transferencia y comercialización de la tecnología y de los resultados derivados de la I+D.
	Go to Market		Apoyar a la inserción de proyectos de I+D y tecnologías desarrolladas en Chile en mercados globales.
	Fortalecimiento de Oficinas de Transferencia y Licenciamiento 2.0		Apoyar el posicionamiento de las Oficinas de Transferencia y Licenciamiento (OTL) como un actor relevante en el sistema de transferencia tecnológica nacional y lograr transferir el conocimiento y la creación de negocios a partir de los resultados de actividades de I+D.
	Nueva Ingeniería para el 2030 - Implementación del Plan Estratégico		Apoyar a las universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil en la ejecución de planes estratégicos destinados a transformar sus escuelas de ingeniería, con estándares internacionales, en los ámbitos de investigación aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología, innovación y emprendimiento.

Fuente: Elaborado a partir de información de CORFO

A continuación se describen algunas de las iniciativas destacadas en materia de transferencia tecnológica y cambio climático:

a) Atracción de Centros de Excelencia Internacionales de I+D

A partir del 2013 la CORFO ha convocado a instalarse en Chile a centros de excelencia internacionales para que realicen I+D en temas de interés para el desarrollo sustentable del país. En materias de mitigación y adaptación al cambio climático, de generación y acceso de energía y de eficiencia energética destaca la instalación de los siguientes centros:

Fraunhofer Chile. Fuente: Innovación.

Tabla 5-2. Centros de excelencia internacionales instalados

Año	Centro de excelencia	Subsidio CORFO [MM USD]	Monto total del proyecto [MM USD]	Duración del proyecto (años)	Objetivo	LINEAS DE I+D:
2014	Laborelec Chile SpA	2,15	6,46	4,7	Laborelec Chile investiga en los campos de energía renovable y eficiencia ecológica, con proyectos específicos que abarcan la integración de los sistemas energéticos solares y la generación de electricidad con bajo impacto ambiental. Laborelec Chile coopera estrechamente con centros de investigación académica y otros centros de excelencia locales, permitiendo la rápida adopción, por parte de la industria y del sector público, de las soluciones y la especialización resultantes de sus programas de investigación internacional (Laborelec Chile, s.f.).	1. Ecoeficiencia 2. Energías renovables
2012	Fraunhofer Chile Research - Center for Systems Biotechnology	19,45	48,51	10,0	El FCR-CSB es el primer Centro de Biotecnología de Sistemas en América Latina, basado en el modelo de innovación de Fraunhofer, que consiste en una estrecha colaboración con la industria para desarrollar nuevos productos y procesos. El Centro trabaja con el Fraunhofer Biología Molecular y Ecología Aplicada (Fraunhofer IME) y socios de investigación locales, como la Fundación Chile, Universidad de Talca, UCV, UNAB. Desarrolla proyectos en conjunto en las áreas e biotecnología, nanotecnología, uso sustentable de recursos naturales y ciencias medioambientales, así como investigación médica (Fraunhofer Chile, 2014).	1. Recursos naturales y energía 2. Agricultura y sustentabilidad 3. Nanotecnología alimentos
2015	Fraunhofer Chile Research - Center for Solar Energy Technologies	10,51	26,36	8,0	Con la experiencia tecnológica del Centro Fraunhofer ISE de Alemania y con la PUC de Chile como coejecutora y Soitec y Solar Springs como empresas asociadas, el FCR-CSET busca abrir líneas de investigación para el desarrollo de la industria solar y sus aplicaciones, con el fin de lograr su adopción a gran escala en los sectores industrial, comercial y residencial.	1. Electricidad solar para Chile 2. Procesamiento del calor solar 3. Tratamiento solar de aguas 4. Desarrollo de negocios
2015	MERIC - Marine Energy Research and Innovation Center	9,45	16,18	8,0	MERIC es un consorcio conformado por la empresa francesa DCNS y la PUC de Chile, la Universidad Austral de Chile, la Fundación Inria Chile, la Fundación Chile y Enel Green Power Chile, además de Chilectra como empresa asociada. El centro implementará dos líneas de investigación en la energía de los mares, con la idea de establecerse como un referente nacional e internacional y contribuir a desarrollar una industria de energía marítima sólida, sustentable y competitiva. Los frutos de la investigación desarrollada en el centro serán puestos a disposición de la industria nacional, para propiciar la integración y promoción de tecnologías en energías marinas, y en un futuro próximo, aportar con ese conocimiento a la diversificación de la matriz energética nacional y a un escalamiento tecnológico de nivel nacional e internacional.	1. Desarrollo de sitios y conocimiento del medio ambiente chileno 2. Desarrollo de tecnologías en Chile
2014	UC Davis Chile Org.	9,81	29,72	8,0	Centro de innovación en ciencias de la vida con foco en los requerimientos del sector agroalimentario de Chile. Su investigación se enfoca en la comprensión del calentamiento global, su impacto y posibles soluciones en áreas como la gestión agrícola, calidad del aire, recursos hídricos, ecología predictiva, tecnologías limpias, energía, solución y adaptación humana, predicción y modelación, cambios climáticos antiguos y estudios oceánicos (UC Davis Chile, s.f.).	1. Genoma y huella genética, variedades y patrones 2. Cambio climático 3. Diagnóstico microbiológico de patógenos

Fuente: CORFO

b) Programa de subsidios a estudios de preinversión en proyectos de ERNC

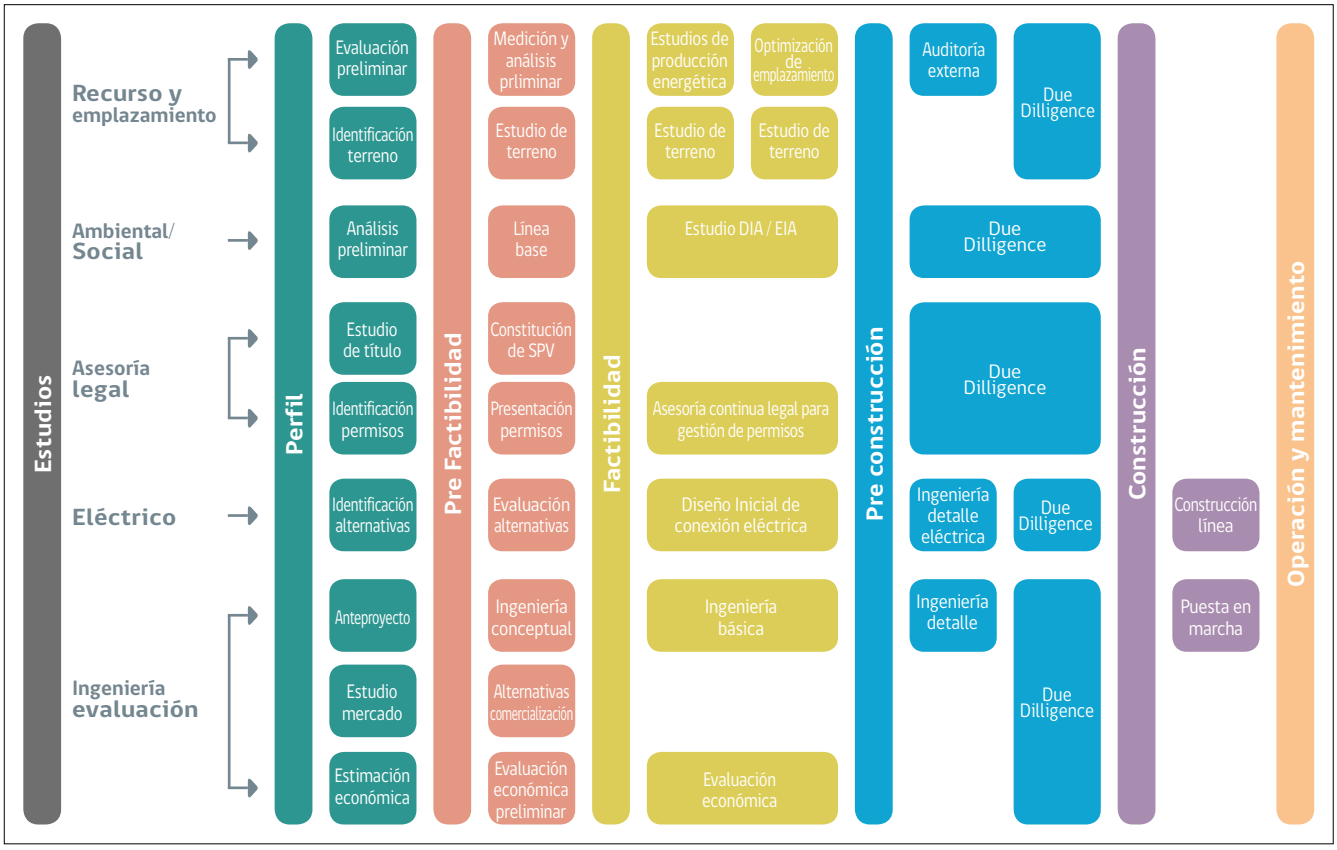
En el ciclo de vida de un proyecto de ERNC (Figura 5-2), la fase de preinversión es la que tiene menos alternativas de financiamiento, y además existe un alto riesgo en torno a la disponibilidad de recursos y la rentabilidad del proyecto en el tiempo.

En esta línea, el Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES, antes denominado Centro de Energías Renovables, CER) adoptó el Programa de Subsidios a Estudios de Preinversión en proyectos de ERNC, cuyo objetivo es apoyar el desarrollo de estudios que permitan evaluar la viabilidad técnica y económica de los proyectos. Durante los años 2012-2014 se llevaron a cabo las siguientes versiones del programa:

- CER: 1er Concurso estudios de preinversión de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes ERNC (2012)
- CER: 2do Concurso estudios de preinversión de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes ERNC (2013)
- CIFES: 3er Concurso estudios de preinversión de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes ERNC (2014)

Se buscaba seleccionar proyectos de inversión que produjeran energía eléctrica hasta 50 MW con fuentes de ERNC, y que la inyectaran en sistemas eléctricos del país; también los concursos buscaban proyectos de inversión para líneas de transmisión asociativas, que permitan la conexión de más de un proyecto sobre la base de fuentes renovables no convencionales. Durante el período 2012-2014, postularon 197 proyectos de ERNC, con una potencia total proyectada de 3.280 MW, y se adjudicaron fondos a 121 estudios, con una potencia total proyectada de 2.232 MW, equivalente a una inversión potencial de más de seis mil millones de dólares.

Figura 5-2: Ciclo de vida de un proyecto de ERNC



Fuente: CIFES, s.f.

c) Crédito ERNC

Durante los años 2009-2012 la CORFO implementó el Programa de Créditos ERNC con el financiamiento del Banco Alemán de Fomento (Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW). Su objetivo es financiar inversiones que las empresas destinen a la construcción y operación de proyectos que involucren energías renovables no convencionales, tales como pequeñas hidroeléctricas, parques eólicos, energía solar, energía geotérmica, mareomotriz, a partir de biomasa, o proyectos de ERNC destinados al autoabastecimiento. En este periodo destacan las iniciativas consignadas en la Tabla 5-3, equivalentes a créditos por USD 137 millones, para un monto total de inversión de USD 200 millones.

Embalse Puclaro, Imagen de Chile, Felipe Cantillana.

d) Consorcios Tecnológicos para la Innovación

Este programa cofinancia consorcios que reúnen a productores y usuarios de la investigación científica y tecnológica en un esquema corporativo efectivo, con apoyo de largo plazo de la industria y sustentabilidad creciente, con el fin de generar líneas de inves-

Tabla 5-3. Iniciativas con financiamiento de créditos ERNC

Año	Proyecto/beneficiario	Financiamiento de CORFO [MM USD]	Monto total del proyecto [MM USD]	Duración del crédito (años)	Potencia (MW)	Objetivo/descripción
2009	Hidroeléctrica Trueno S.A.	15,00	19,80	12,5	5,6	Construcción y puesta en marcha de minicentral hidroeléctrica de pasada en el río Trueno
2009	Central Hidroeléctrica Guayacán/Energía Coyanco S.A.	15,00	24,53	9,5	10,4	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica de pasada en el río Maipo
2009	Central Hidroeléctrica Mariposas / Hidroeléctrica Río Lircay S.A.	13,83	16,43	11,5	6	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica de pasada Central Hidroeléctrica Mariposas
2009	Hidroeléctrica Dongo Ltda.	11,95	17,00	10,0	6	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica de pasada Central Hidroeléctrica Dongo
2009	Hidropaloma S.A.	5,28	6,33	8,5	4,5	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica de pasada en el embalse La Paloma
2010	Sistema de Transmisión Los Lagos S.A.	3,72	7,79	8,0	s/i	Construcción de línea de transmisión de alto voltaje
2010	Central Hidroeléctrica Pulelfu / Empresa Eléctrica La Leonera S.A.	15,00	24,46	12,0	9	Construcción y puesta en marcha de central hidroeléctrica de pasada en el río Pulelfu
2010	Central Hidroeléctrica Mallarauco S.A.	9,27	10,91	15,0	3,3	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica ubicada en la Región Metropolitana
2010	Central Lomas Los Colorados	8,66	16,74	10,0	s/i	Generación de energía con biogás del vertedero Lomas Los Colorados (comuna de Til Til); el proyecto consiste en la instalación de sistemas de compresión, limpieza de gas y una sala de control
2010	Central Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	8,91	10,48	15,0	4,3	Construcción y explotación de una minicentral hidroeléctrica a pie de presa en la III Región
2011	Central Hidroeléctrica La Arena S.A.	9,00	12,76	14,5	3	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica en la Región de Los Lagos
2011	Central Hidroeléctrica El Canelo S.A.	7,86	11,46	15,0	6,1	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica en la Región de la Araucanía
2011	Central Hidroeléctrica Allipen S.A.	6,02	8,.50	15,0	2,62	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica en la Región de la Araucanía
2011	Central Hidroeléctrica Hidromuchi S.A.	1,35	2,74	8,5	0,77	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica en la Región de Los Ríos
2012	Central Hidroeléctrica Las Flores	6,47	9,44	15,0	2	Construcción y explotación de minicentral hidroeléctrica en la Región de Los Ríos

Fuente: Elaborado a partir de información de CORFO

tigación de mediano y largo plazo, orientadas por criterios de excelencia científico-tecnológica, de aplicabilidad y de impacto en el mercado. Aborda temas de sustentabilidad frutícola, vitivinícola y acuícola, así como el fortalecimiento de programas de mejoramiento genético, que permiten obtener nuevas variedades y patrones o especies tolerantes al déficit hídrico, a condiciones climáticas extremas y a concentraciones salinas de suelo. En estas temáticas a partir del año 2012, se apoyaron los consorcios que se registran en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Cofinanciamiento de Consorcios Tecnológicos para la Innovación

Año	Nombre del consorcio/ proyecto	Financiamiento de CORFO [MM USD]	Monto total del proyecto [MM USD]	Duración del proyecto (años)	Objetivo/descripción
2013	CONSORCIO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA S.A. Programa de investigación, desarrollo e innovación en fruticultura, para mejorar la competitividad de la industria frutícola de exportación mediante el desarrollo de nuevas variedades orientadas a las preferencias de los consumidores de los mercados objetivos	5,64	13,01	3,0	Crear variedades de vides de mesa, principalmente sin semilla, con buena vida de poscosecha, resistencia a enfermedades fungosas y características genéticas sobresalientes de alto valor comercial. Liberar nuevas variedades de carozos (duraznero, nectarino y ciruelo japonés) para exportación de fruta fresca, con buena vida de poscosecha y cumpliendo los requerimientos de los mercados de destino y de producción nacional. Obtener nuevas variedades tempraneras y tardías de cerezo dulce adaptadas a las condiciones de producción y exportación de la zona central y sur de Chile. Obtener una nueva variedad de manzana de alta calidad de fruto y resistencia a enfermedades de importancia comercial. Establecer líneas parentales de interés en un banco de germoplasma para cada una de las especies citadas, que permita acceder a la mayor cantidad de diversidad genética de estos frutales. Desarrollar para cada nueva variedad un paquete tecnológico productivo, que asegure la obtención de una variedad superior, homogénea y consistente. Desarrollar capacidades científico-técnicas nacionales para potenciar el desarrollo de genética vegetal en Chile, mediante la transferencia de conocimientos y tecnologías desde centros de investigación internacionales de prestigio y con éxito en liberación de variedades. Desarrollar un modelo comercial y de distribución considerando las particularidades de cada nueva variedad. Desarrollar una estrategia de difusión.
2013	CONSORCIO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA S.A. / BIOFRUTALES Consolidación de Biofrutales a través de una estrategia de transferencia	5,58	13,07	10,0	Consolidar el Consorcio Biofrutales a través de una estrategia de transferencia oportuna de los resultados alcanzados, perfeccionamiento de la investigación en desarrollo y apertura de nuevas líneas de trabajo para mejorar los servicios y productos de la empresa.
2013	CONSORCIO TECNOLÓGICO DE SANIDAD ACUÍCOLA S.A. Desarrollar y transferir al mercado herramientas preventivas, diagnósticas y terapéuticas para el control de enfermedades transmisibles, actuales y emergentes, en la industria acuícola nacional	5,42	10,98	7,0	Apoyar la competitividad de la industria acuícola nacional. Investigación y desarrollo de productos y servicios de sanidad acuícola en alianza con la USACH y empresas. Realizar transferencia tecnológica al mercado. Activa comercialización de productos/servicios o sub-licenciamiento a empresas sanitarias acuícolas. Articulación de los líderes nacionales en la cadena de valor de la industria acuícola, incluyendo la academia y los organismos sectoriales y estatales de la actividad. Generar transferencia de conocimiento y alianzas internacionales con una red de clase mundial en sanidad acuícola. Perfeccionar y renovar continuamente el desarrollo tecnológico para enfrentar los desafíos futuros en materia de enfermedades transmisibles.
2012	I+D VINOS DE CHILE S.A./ I+D Vinos de Chile Aumento de la competitividad mediante el mejoramiento de la calidad del viñedo y la sustentabilidad y adaptación al cambio climático con nuevas variedades y paquetes tecnológicos. Son proyectos de mejoramiento genético de viñedos y sustentabilidad, que serán transferidos en forma efectiva a las empresas con una alta velocidad de adopción	7,69	15,92	10,0	Desarrollar líneas de investigación y desarrollo de excelencia, centradas en las necesidades de la industria y en la cadena de valor del vino, que generen ventajas competitivas de largo plazo. En este consorcio se trabaja un programa de calidad de viñedo y uno de sustentabilidad. Generar estrategias de uso y aplicación para una adecuada protección de la propiedad intelectual de los resultados de los proyectos; una transferencia tecnológica efectiva con una alta tasa de adopción y formación de capital humano avanzado. Lograr autosustentabilidad del consorcio en el largo plazo, que permita la continuidad de los proyectos de I+D de interés para la industria.

Fuente: Elaborado a partir de información de CORFO

2.2.2 Actividades lideradas por el Ministerio de Energía

En temas de transferencia tecnológica, el Ministerio de Energía y sus instituciones asociadas, como la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), han sido actores clave en la incorporación de tecnología en el sector, considerando su potencia de reducción de gases de efecto invernadero.

Entre 2007 y 2011 la CNE, antecesora del Ministerio de Energía, levantó plataformas de información pública para eliminar las barreras de información sobre la disponibilidad y calidad de los recursos energéticos renovables presentes en nuestro país.

P. eólico Chopa, Imagen de Chile, Felipe Cantillana.

Tales plataformas –que se describen en la Tabla 5-5 permitieron caracterizar en etapas tempranas sitios aptos para el desarrollo de proyectos de ERNC para fines de generación energética.

El 2007 se estudió la disponibilidad de residuos de la industria primaria de la madera para el uso energético y, el año 2008, el potencial de generación de energía con este tipo de residuos a partir del manejo forestal en Chile. También, con la Comisión Nacional de Riego se realizó un catastro de proyectos hidráulicos asociados a las obras de riego, y en cooperación con la Agencia de Cooperación Internacional de Alemania (GIZ) y el Instituto Forestal (INFOR) se desarrollaron estudios de identifi-

Tabla 5-5 Plataformas de información pública del Ministerio de Energía

Objeto de exploración	Descripción
Explorador de energía eólica	En 2009 se implementó el Explorador de energía eólica, que se actualiza permanentemente. Es una herramienta que modela las características del viento u otros parámetros meteorológicos, entregando información preliminar del recurso eólico en el país desde Arica hasta Magallanes, incluyendo la Isla de Pascua. Muestra mapas de viento a partir de simulaciones numéricas para el año 2010. Además, genera información a nivel horario, que es posible descargar. Desarrollada por el Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para el Ministerio de Energía. Disponible en: www.energia.gob.cl/energias-renovables o http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2
Explorador de energía solar para autoconsumo	Es producto de actualizaciones y mejoras de la primera versión del año 2009. En su versión 2015 provee información de alta resolución sobre el recurso solar en Chile, y permite calcular en cualquier sitio la energía que generará un sistema fotovoltaico, con las características personalizadas por cada usuario. Muestra mapas con una alta resolución (90 m), con 12 años de información (2004 a 2015) y permite extraer la información a nivel horario para uso posterior. Desarrollada por el Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para el Ministerio de Energía. Disponible en: http://www.energia.gob.cl/energias-renovables o http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3
Explorador de derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos (DAANC)	Este explorador es fruto del programa de trabajo entre el Ministerio de Energía, la Dirección General de Aguas y el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, en cumplimiento del compromiso —establecido en la Agenda de Energía— de mantener y operar una plataforma de información actualizada y georreferenciada sobre los derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos otorgados y en trámite para uso en hidroelectricidad en las cuencas prioritarias del SIC. Es una herramienta de información pública implementada en 2014, que permite identificar y caracterizar zonas en distintos niveles, regional, cuencas y subcuencas, en etapas tempranas y prospectivas, para iniciativas hidroeléctricas, junto a la visualización espacial de los derechos y sus titulares y tenedores, información histórica y capacidad hidroeléctrica instalada en los sistemas eléctricos, entre otros. Uno de los productos relevantes de esta plataforma es la actualización anual del potencial hidroeléctrico en Chile. Disponible en: http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/DAANC
Explorador de energía marina	Herramienta que presenta el recurso energético marino (olas) en el territorio marítimo chileno. Se dispone de información de altura, dirección y periodo de oleaje simulado para el año 2010 y se pueden generar reportes de lugares específicos. Esta herramienta fue desarrollada por el Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para el Ministerio de Energía, con apoyo del SHOA y la Armada. Disponible en: www.energia.gob.cl/energias-renovables http://ernc.dgf.uchile.cl/Explorador/Marino
Explorador de bionenergía forestal	Este explorador es fruto de un trabajo conjunto entre el Ministerio de Energía, la Universidad Austral y la Corporación Nacional Forestal, y es un herramienta pública para la caracterización del potencial energético a partir del manejo sostenible del bosque nativo, dese la Región de Coquimbo hasta la Región de Magallanes. Disponible en: http://sit.conaf.cl

Fuente: Elaborado a partir de información de MINENERGIA

cación y clasificación de los tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás.

En el año 2012, con fondos ejecutados por el BID y la International Finance Corporation del Banco Mundial, el Clean Technology Fund (CTF) asignó USD 200 millones al Ministerio de Energía para cuatro grandes proyectos:

- Proyecto de Planta Solar de Concentración (Proyecto CSP)
- Programa Fotovoltaicos de Gran Escala
- Programa de Eficiencia Energética y Energías Renovables para Autoabastecimiento
- Programa de Mitigación de Riesgos de Geotermia

Además, entre 2012 y 2014 el Ministerio de Energía financió dos concursos asociados a energías renovables. El primero, "Innovación en Energías Renovables" (2012), implementado por Innova Chile, tuvo por objetivo apoyar el desarrollo de proyectos piloto en tecnologías de autoabastecimiento energético en base a energías renovables, utilizando el modelo ESCO (Energy Services Companies). El segundo concurso, "Proyectos de energías renovables no convencionales para el sector agroalimentario y forestal" (2014), a través de la FIA, fue para cofinanciar proyectos de inversión para la innovación que incorporasen tecnologías para el autoabastecimiento energético en base a ERNC en los sectores agroalimentario y forestal, para así mejorar la gestión energética de las empresas del sector y favorecer su competitividad y/o rentabilidad (MINENERGIA, s.f).

Por otra parte, el proyecto "Promoviendo el desarrollo de la energía a biogás en pequeñas y medianas agroindustrias seleccionadas" tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), promoviendo la inversión y el desarrollo del mercado de tecnologías de energía a biogás en el sector lechero del sur del país, específicamente en las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Es un programa piloto que se desarrolla entre 2015 y 2017, con un financiamiento de USD 1,7 millones aportados por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y que llevan a cabo la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) y el Ministerio de Energía. Tiene cuatro componentes: política e información, capacidades técnicas, inversiones y cartera de proyectos, monitoreo y evaluación (MINENERGIA s.f).

2.2.3 Actividades lideradas por el Ministerio de Obras Públicas

La Dirección de Arquitectura del MOP ha ejecutado dos proyectos en materia de eficiencia energética, con el apoyo de CORFO Innova: "Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental y Uso Eficiente de Energía en Edificaciones Publicas, Mediante Monitorización de Edificios Construidos" (2010) y "Diseño e Implementación de Método de Certificación de Calidad Ambiental y Eficiencia Energética para Edificaciones de Uso Público" (2011). De ellos han derivado los siguientes documentos, que sientan las bases y directrices en materia de eficiencia energética para la edificación pública:

- *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos*, 2012.
- *Manual de gestión de la energía en edificios públicos*, 2012.
- Términos de referencia estandarizados de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la Dirección de Arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios. Incluye 10 guías técnicas de apoyo, 2011.

Hoy, en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Social, se encuentra en ejecución el proyecto "Plataforma para la difusión de costos económicos e indicadores medioambientales para la gestión integrada de proyectos de construcción en Chile, ÁBACO-UBB" a cargo de la Universidad del Biobío, que consiste en elaborar una plataforma digital pública con un banco de costos e indicadores medioambientales, para mejorar el proceso de postulación, evaluación y seguimiento en los proyectos de inversión pública desde el punto de vista económico, social y ambiental, considerando la huella de carbono de los materiales de la construcción.

2.2.4 Otras actividades desarrolladas por el país

Además se han estado implementando con financiamiento internacional varios proyectos específicos. La Tabla 5-6 muestra el detalle de algunos de ellos:

Tabla 5-6. Proyectos con cooperación internacional

Nombre	Descripción	Donante	Años
Caracterización fenotípica de alta precisión en trigo: Mejoramiento genético para lograr especies cultivadas tolerantes a la sequía	Durante dos temporadas de crecimiento (2011-2012 y 2012-2013), se establecieron 384 accesiones de trigo en dos ambientes representativos de la zona cerealera de Chile. Ambos ambientes presentan clima mediterráneo, donde el cultivo del trigo sufre una sequía de tipo terminal durante el período de llenado de grano.	FONTAGRO (FAO)	2010 - 2014
Desarrollar variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático	El consorcio INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de Papa (CIP) buscaron aumentar la competitividad y sustentabilidad de cultivos de papa y trigo frente al cambio climático, a través de la selección y desarrollo de genotipos con mayor tolerancia a sequía y a altas temperaturas. Además, buscaron poner a disposición de los programas de mejoramiento genético regionales genotipos tolerantes a sequía y a altas temperaturas, y protocolos de caracterización genética y fenotípica eficientes y estandarizados.	FONTAGRO Fondo del Banco Interamericano de Desarrollo-SECCI	2010 - 2014
Equipamiento para medición de GEI	Iniciativa de la Alianza Global de Investigación sobre gases de efecto invernadero de la agricultura (GRAAGHG).	Mancomunidad de Australia	2012 - 2013
Energía solar para generación de electricidad y calor	En este marco se contempla la realización de varias actividades, entre ellas la instalación de laboratorios fotovoltaicos para la capacitación en centros de formación, y el apoyo al programa del Ministerio de Energía de la difusión de estos sistemas en el sector público. Las aplicaciones se encuentran en los sectores residencial, comercial e industrial. Mediante el mejoramiento de las condiciones actuales del marco regulatorio, el desarrollo de modelos de negocio innovadores y el fortalecimiento de competencias locales, deberían ser impulsados nuevos mercados para tecnologías de energía solar.	República Federal de Alemania	2012 - 2016
Fomento de la energía solar con enfoque en CSP	Las líneas de trabajo incluyen capacitación, integración de ERNC de gran escala a las redes, identificación de nuevas aplicaciones tecnológicas y difusión internacional de las experiencias de Chile. Este proyecto de cooperación técnica forma parte de un acuerdo entre Chile y Alemania que tiene también un componente financiero cubierto por el Banco Alemán de Fomento (KfW).	República Federal de Alemania	2014 - 2019

Fuente: FONTAGRO, 2016. INIA, s.f.

Existe también el proyecto CEST+I (Chile-European Union STI Initiative), financiado por el Séptimo Programa Marco (7PM) de la Comisión Europea y la CONICYT, con IDOM (España), IRD (Francia) y DLR (Alemania) como instituciones socias. Su objetivo es fortalecer la cooperación en ciencia, tecnología e innovación entre la Unión Europea, Estados miembros, Estados asociados y Chile, a través de agendas estratégicas conjuntas y la coordinación de políticas, no solo sobre acuerdos de cooperación en ciencia y tecnología sino también en otras iniciativas bilaterales y regionales. Las áreas priorizadas son la ciencia polar y el cambio climático, la minería sustentable y las energías renovables. El proyecto CEST+I cuenta con un consejo asesor, integrado por Eurochile, InnovaChile (CORFO), el Centro para el Desarrollo Técnico el Industrial (CDTI), el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) y la Embajada de Francia en Chile.

Volcán Isluga, CONAF.

En 2014 la CNE, en cooperación con la GIZ, realizaron un estudio que analizó el potencial eólico, solar e hidroeléctrico desde Arica a Chiloé, exponiendo el potencial existente, su aplicación, factibilidad y necesidades en energías renovables no convencionales (GIZ, 2014).

La ACHEE ha realizado diversos esfuerzos de transferencia tecnológica, como el Proyecto Smart Energy Concepts, ejecutado por la Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria, que busca fomentar medidas de eficiencia energética en el sector agroalimentario para reducir emisiones de GEI (ACHEE, s.f.a). Una iniciativa del sector privado en conjunto con la ACHEE es la Mesa de Trabajo de Eficiencia Energética y Sustentabilidad del Retail, en la que participan dos entidades más, la Cámara Chilena de Centros Comerciales y Supermercados de Chile A.G. Durante el año 2015 esta mesa destacó 34 experiencias de reducción y eficiencia energética en centros comerciales y supermercados que, con el uso de tecnologías más eficientes, creación de guías técnicas, recambio de luminaria, aspectos arquitectónicos y climatización se han ahorrado más de 16.000 MWh, lo que corresponde al consumo anual de 36.000 chilenos (ACHEE, s.f.b).

2.3. Vínculos entre actividades de transferencia tecnológica y procesos de planificación nacional

Entre los avances del sector energético nacional, el año 2008 se publicó la Ley 20.257 de Energías Renovables No Convencionales, que introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos y establece la obligatoriedad de acreditar la participación de las ERNC en la matriz de generación para las empresas de generación eléctrica con capacidad instalada superior a 200 MW. El cambio afectó directamente el sistema tecnológico, de desarrollo y transferencia de conocimientos y de equipos para la mitigación de emisiones, a la vez que incentivó la introducción de las ENRC. De la misma manera, la Ley 20.571, conocida como "Net Billing/Net metering", sienta las bases normativas para que pequeños centros de generación, orientados al autoconsumo, inyecten sus excedentes a la red y sean recompensados por ello (MMA, 2014).

Parque solar Amanecer solar Atacama, CIFES.

Por otra parte una de las acciones que tiene una directa incidencia en las inversiones privadas en temas de innovación es la modificación realizada el año 2012 a la Ley de incentivo tributario para la inversión (Ley 20.570 o Ley 20.241), que simplifica el proceso de postulación, aumenta el monto límite de cada proyecto y permite que las empresas reconozcan los gastos de I+D realizados al interior de las compañías. Con esta nueva ley las empresas tienen derecho a un crédito tributario del 35% de los gastos que realicen para desarrollar proyectos de I+D con sus propias capacidades o contratando a terceros, con tope anual de 15.000 UTM (USD 1,2 millones), y podrán aplicar como gasto necesario para producir la renta el 65% restante (MINECON, 2012).

Aunque estas modificaciones legales no se refieren directamente al proceso de transferencia tecnológica para el cambio climático, los objetivos de largo plazo que establecen han creado un ambiente propicio para el desarrollo de conocimientos tecnológicos, además de la facilitación de la transferencia y adopción de equipos de generación eléctrica de baja emisión de GEI. Los cambios legislativos en sí son fruto de un proceso de reflexión, aprendizaje y cambio político que ha permitido transformaciones socioculturales y económicas mayores, como por ejemplo el rápido surgimiento de la industria de energía eólica en el país.

En conclusión, si bien la integración del cambio climático en el quehacer político del país –y específicamente la transferencia tecnológica– han progresado en este período, aún falta avanzar en el diseño de la Estrategia de Transferencia Tecnológica propuesta en la contribución nacional de Chile ante el Acuerdo de París. Se deberá reforzar la transferencia de conocimiento, el desarrollo de habilidades y tecnologías locales y la transferencia tecnológica desde el exterior, con nuevos mecanismos y roles de las personas e instituciones involucradas en el proceso, la incorporación de nuevos actores y la adaptación de procesos normativos, institucionales y socioeconómicos.

La implementación efectiva de la transferencia tecnológica está vinculada a otros procesos –investigación, acceso a información, desarrollo de capacidades y conciencia pública– que se tratan en mayor detalle en otras secciones de esta Tercera Comunicación Nacional.

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

En el país se realiza una observación sistemática del clima y su variabilidad a través del monitoreo de parámetros meteorológicos, atmosféricos, oceanográficos y terrestres relevantes. Se cuenta con equipamiento, medios de comunicación automática y capacidades propias de operación y procesamiento de la información.

En esta sección se describen los programas de observación sistemática de la variabilidad climática y del cambio climático que existen en Chile, así como actividades de investigación asociadas al estudio de la variabilidad climática en el país entre los años 2010 a 2016. En específico, se abordan los temas siguientes:

- el estado de los programas nacionales de observación sistemática del clima, destacando el rol de las organizaciones de investigación e instituciones de gobierno que participan
- la participación de instituciones nacionales en los sistemas internacionales de investigación y observación del clima

Quintay, Macarena Mella.

3.1 Programas Nacionales de Observación del Clima

Los programas que se encargan del monitoreo de las variables significativas para la investigación climática usan antecedentes meteorológicos y oceanográficos de las diferentes latitudes y geografía que presenta nuestro país. No están orientados al estudio sistemático del cambio climático sino que sirven principalmente a la agricultura, la minería, la pesca y acuicultura, y la navegación marítima y aérea. A través de ellos el país cuenta con datos estadísticos monitoreados de forma periódica, con series de tiempo para estudios que involucran cambios en las tendencias climáticas, con horizontes temporales del orden de algunas décadas.

Estos programas involucran el monitoreo del tiempo atmosférico que realiza la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), la Dirección General de Aguas (DGA) y la cooperación interinstitucional para el establecimiento de redes agrometeorológicas en el país.

3.1.1. Monitoreo del tiempo atmosférico y variables climáticas por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC)

La DMC, dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), es la institución del Gobierno que observa el tiempo atmosférico. Cuenta con un sistema de estaciones que monitorea cada hora variables relevantes de temperatura y presión atmosférica, precipitaciones, dirección e intensidad del viento, tipo y altura de la nubosidad, visibilidad y humedad relativa del aire. La DMC opera 96 estaciones con estándares internacionales desde Arica a la Base Frei en el Territorio Antártico Chileno, de las cuales 60 transmiten en tiempo real y en línea a través de la página web. Por otra parte, cuenta con 23 estaciones que realizan tres observaciones diarias, y 71 estaciones que solo miden precipitación y temperaturas extremas. Además opera una red de cinco radiosondas que permite monitorear el perfil vertical de la atmósfera, con variables que incluyen temperatura, presión, humedad y viento. Esta red dispone de datos desde 1958, lo que es un ejemplo de observación sistemática entre los países de la región. Además, 30 estaciones de la DMC forman parte del programa de vigilancia mundial de la atmósfera de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La DMC también mantiene una red de monitoreo de radiación UV, con 22 estaciones en el país. Asimismo, las variables meteorológicas relativas al seguimiento del fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur son registradas e interpretadas por la DMC.

Los datos recogidos han permitido estudiar y aplicar modelos climáticos en el país, generando información nacional relevante sobre proyecciones del cambio climático. También la DMC realiza una actualización permanente de la variabilidad climática, particularmente el monitoreo y seguimiento del fenómeno de ENOS.

3.1.2 Monitoreo del nivel del mar, observación oceanográfica y fenómenos climáticos asociados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA)

El SHOA es otra institución del sector público que realiza monitoreo de variables relevantes para la observación del clima. Su misión principal es proporcionar información y asistencia técnica que permita la navegación segura en el mar territorial, vías lacustres, fluviales, mares interiores y alta mar contigua al litoral chileno. Este servicio mantiene el monitoreo permanente del nivel del mar, temperatura superficial del agua, del aire y presión atmosférica en una serie de estaciones costeras ubicadas a lo largo de Chile continental, insular y el Territorio Antártico Chileno.

Agencia EFE, Imagen de Chile.

La recolección de datos partió alrededor de 1945 con mareógrafos automáticos. En 1999, cuando contaba con 17 estaciones en los puertos principales y puntos estratégicos del país, se inició un proceso de renovación del instrumental y hoy el país dispone de una red instrumental digital, que transmite datos en tiempo real vía satélite en 40 de las 42 estaciones permanentes, las que se desglosan en 37 estaciones continentales (entre Arica y Puerto Williams), tres estaciones insulares oceánicas y dos estaciones en el Territorio Chileno Antártico (SHOA, s.f).

Los datos disponibles permiten ejecutar estudios de variabilidad climática. Se cuenta con series de tiempo del orden de décadas en los puertos de Antofagasta, Valparaíso, Talcahuano, Puerto Montt y Punta Arenas. Sin embargo, las medidas de nivel del mar, al ser realizadas en estructuras portuarias, entregan un valor relativo a las placas tectónicas, por lo que sin contar con mediciones geodésicas de movimientos de estas resulta imposible desacoplar las medidas relativas para obtener resultados concluyentes sobre variaciones sistemáticas del nivel del mar (SHOA, 2016).

El SHOA, además, efectúa desde 1999 un monitoreo del fenómeno de ENOS mediante cruceros oceanográficos; inicialmente estos solo consideraban la costa central frente al puerto de Valparaíso, pero desde 2002 se viene implementando una campaña conjunta con Perú y hace unos años con Ecuador, aunque las campañas de medición de este último país no se han realizado al mismo tiempo que las de Chile y Perú. Desde 1999 hasta 2009, el monitoreo del fenómeno de ENOS se realizó semestralmente con un crucero de investigación –gra-

Juan Jaegger, Imagen de Chile.

cias al Instituto de Fomento Pesquero, la DMC y el SHOA—, que recopiló datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto de la columna de agua desde 0 a 1.000 metros de profundidad hasta las 200 millas marítimas frente a la costa chilena, y desde la zona central hasta el extremo norte, para la creación del *Boletín de Alerta Climático* (BAC) de la Comisión Permanente el Pacífico Sur (CPPS) (INFOP, 2016).

3.1.3 Monitoreo de glaciares

Debido a la importancia de los glaciares como indicadores del cambio climático, en 2008 se realizó un fortalecimiento institucional en la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas y se creó la Unidad de Glaciología, para iniciar un programa glaciológico nacional dedicado a inventariar, estudiar y monitorear los glaciares del país. En 2009, la DGA publicó la Estrategia Nacional de Glaciares, cuya implementación gradual de largo plazo permitirá conocer la respuesta presente y futura de los glaciares al calentamiento global.

La estrategia apunta a conocer la cantidad y superficie de glaciares por cuenca hidrográfica, el volumen de hielo equivalente en agua de los glaciares, su aporte hídrico en términos de escorrentía superficial y su evolución en un contexto de cambio climático. Basada en los niveles o *tiers* del World Glacier Monitoring Service (WGMS), la Estrategia Nacional de Glaciares propuso la implementación gradual de un sistema integrado de cinco niveles de observación jerárquica (Global Hierarchical Observing Strategy, GHOST) para estudiar todos los glaciares del país con distintos niveles de detalle en un plazo de veinte años.

Glaciares y cambio climático

Según el sistema global de observación integrada (Integrated Global Observing System, IGOS), los glaciares y casquetes son una de las variables esenciales del clima (ECV) del dominio terrestre (Global Terrestrial Observing System), definido en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992.

El monitoreo climático asociado a glaciares consiste en una red de estaciones meteorológicas fijas en zonas de montaña y portátiles sobre glaciares que miden variables del clima como temperatura del aire, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, radiación solar incidente y reflejada, entre otras.

Un elemento esencial en el monitoreo del cambio climático dice relación con la reducción de la incertidumbre instrumental mediante estaciones estandarizadas en términos de diseño, a una elevación común de 2-m sobre el terreno, para detectar tendencias de largo plazo y cuantificar errores de medición.

Actualmente se dispone de 22 estaciones meteorológicas fijas equipadas con transmisión satelital, y al 2018 se pretende llegar a un número estimado de 30, que operarán entre la cuenca del río Elqui (30° sur) por el norte, hasta el glaciar Tyndall (51° sur) en Campo de Hielo Sur, cubriendo zonas de grandes glaciares en diferentes dominios climáticos a lo largo de la cordillera de los Andes.

Asimismo, durante los meses de verano se instalan ocho estaciones portátiles sobre glaciares piloto, para determinar factores locales que determinan el balance de energía de superficie, tanto en glaciares descubiertos (hielo limpio) como en glaciares con cubierta de detritos. En estos mismos glaciares se realizan mediciones glaciológicas específicas para determinar balances de masa.

Inventario de glaciares

El inventario de glaciares de Chile fue realizado siguiendo recomendaciones del World Glacier Inventory (UNESCO/IAHS, 1970). La identificación utilizó un procedimiento semiautomático en base

a imágenes Landsat y ASTER adquiridas al final del período estival (marzo-abril), y consideró un umbral mínimo de 0,01 km² (1 ha) para el uso de imágenes con tamaño de píxel de 30-m.

La superficie de glaciares en Chile alcanza los 23.641 km², correspondiente a aproximadamente 3,1% de la superficie total de país y a alrededor del 80% de los glaciares de Sudamérica. La zona glaciológica norte, desde el límite norte hasta la cuenca del río Choapa, presenta una superficie de hielo de 180 km², un 1% del total de la superficie de hielo del país; la zona centro, entre las cuenca del río Aconcagua y el río Maule, tiene 854 km², un 4%; en la zona sur, entre las cuencas del río Itata y el río Aysén, hay 1.708 km² de glaciares, con un 7%; y la zona austral, desde la cuenca del río Baker hasta el extremo austral, concentra 20.905 km², lo que es un 88% del total de hielo del país.

Balance de masa de glaciares

El glaciar Echaurren Norte es un pequeño glaciar de montaña ubicado en la zona central, en el cual se realizan desde 1975 mediciones de balance de masa con el método glaciológico, lo que lo convierte en el glaciar con mayor estadística de Sudamérica, y por ende uno de los glaciares de referencia del WGMS. Para evaluar la representatividad regional del glaciar en la zona central se han realizado nuevas mediciones en glaciares de mayor tamaño, de mayor elevación y cubierta detrítica de la misma cuenca.

El balance de masa de glaciares de dimensiones significativas fue estimado mediante el método geodésico (metros por año, m a-1), que está determinado por el cambio de elevación entre levantamientos realizados con altimetría aérea láser (LIDAR) en 2009 y 2012, y el sistema de posicionamiento global (GPS) en 2014. Se estimó el cambio de elevación en cuatro glaciares de superficie limpia ubicados por sobre y bajo los 4.000 m (elevación media):

- Yeso: ca. 2,03 km², 4.400 m snm
- Bello: ca. 4,21 km²; 4.400 m snm
- San Francisco: ca. 1,69 km², 3.350 m snm
- Echaurren Norte: 0,25 km², 3.750 m snm

Además se midió el balance de masa de un glaciar con cubierta detrítica, el glaciar Pirámide (ca. 4,39 km2; 3.600 m snm).

La mayor tasa de derretimiento se encontró en glaciares ubicados a menor elevación y mayormente descubiertos (-2,27 m a-1 en el glaciar San Francisco y -2,47 m a-1 en el Echaurren Norte), mientras que la tasa de derretimiento decrece sobre los 4.000 m snm (-0,17 m a-1 en el glaciar Yeso y -0,24 m a-1 en el glaciar Bello). Sin embargo, el efecto aislante de los detritos determina una tasa de derretimiento despreciable en el glaciar Pirámide (sin cambio) independientemente de su menor elevación, siendo en estos casos más importantes las características superficiales de cada glaciar que su elevación media.

Ventisquero colgante, PN Queulat, Macarena Mella.

3.2 Red Agrometeorológica de Chile

En 2009 se inauguró la Red Agrometeorológica de Chile, un sistema que recopila y analiza datos de información meteorológica de 114 estaciones automáticas de monitoreo distribuidas a lo largo del país. Esta red operó particularmente en los valles agrícolas regados, ubicados entre los ríos Elqui y Biobío, y complementó los datos de estaciones de monitoreo meteorológico de la DMC para el sector agrícola, de las cuales 56 estaban disponibles desde el año 1986, y modernizó el equipamiento. El sistema fue un esfuerzo conjunto de la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) (formada por los miembros de la Asociación de Exportadores de Chile A.G.), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Ministerio de Agricultura (INIA) y la DMC, y contó con financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). La Fundación para el Desarrollo Frutícola es la entidad que opera la red de 114 estaciones, recibiendo los datos de todas las estaciones y permitiendo su difusión.

Posteriormente, en el año 2013 se conforma la Red Agroclimática Nacional (RAN), integrada por el INIA, el Centro Cooperativo para el Desarrollo Vitivinícola S.A., la Asociación de Vinos de Chile A.G., la Asociación de Exportadores

de Chile A.G. y la FDF. La RAN se creó para asegurar el libre acceso, calidad, oportunidad y continuidad en la disponibilidad de información meteorológica para la toma de decisiones del sector agropecuario. Está integrada por 322 estaciones meteorológicas automáticas (EMAS), pertenecientes a las redes Agroclima, Agromet y Meteovid de los miembros del Consorcio Técnico, que se encargan de su funcionamiento óptimo. De esta forma, la RAN es la red de mayor cobertura nacional y con el mayor número de estaciones ubicadas en sectores de interés para las decisiones del agro (MINAGRI, s.f.).

Las 322 EMAS están constituidas por 135 estaciones de la FDF, 104 estaciones del INIA, 44 estaciones de la Red Meteorológica de Vinos de Chile (Meteovid), 22 estaciones del Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas (CEAZA), 15 estaciones de la DMC y 2 estaciones de la Universidad Austral de Chile (SimFRUIT, 2016). Esta red entrega información en tiempo real que permite la alerta temprana en el sector agrícola, particularmente en lo relativo a la prevención de plagas, riesgos de sequía, inundaciones u otros eventos climáticos extremos; además permite racionalizar el uso de productos fitosanitarios.

Esta información se entrega a un repositorio ubicado en la Subsecretaría de Agricultura, al cual se accede a través del portal agromet.cl, que además contiene información climática específica para cada EMA (MINAGRI, s.f.). La información generada permitiría realizar investigación aplicada sobre cambio climático en el país.

La FDF tiene un rol administrativo en Agromet, y por ello realiza anualmente una gira nacional de capacitación, en la que muestran las herramientas y enseñan cómo usarlas, enfocándose en tres beneficiarios: productores, asesores y profesionales en formación, provenientes tanto de universidades como de centros de formación técnica y escuelas agrícolas (El Mercurio, 2016).

Caballos, Isidora Mella.

3.3 Participación y rol de instituciones nacionales en observación del clima a escala Internacional

Chile participa en diversos esfuerzos internacionales de observación del clima. El SHOA, la DMC, el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura integran la Comisión Permanente del Pacífico Sur, junto con instituciones de Colombia, Ecuador y Perú. En conjunto, elaboran mensualmente un *Boletín de Alerta Climático* relativo al fenómeno de ENOS, que reporta tanto los valores como las anomalías de las temperaturas superficiales del mar, nivel del mar, temperaturas extremas del aire, presión y precipitación. Los monitoreos en estaciones específicas se reportan además a los centros de datos reconocidos por el sistema mundial de observación de nivel del mar (GLOSS), programa coordinado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

Además, a través de la DMC Chile aporta con 17 estaciones de monitoreo a la red Global Climate Observing System (GCOS) de la Organización Meteorológica Mundial, para el estudio del medio ambiente. A la red World Weather Watch de la OMM, cuyo fin es la observación del tiempo atmosférico, la DMC contribuye con 25 estaciones de superficie y cinco de radiosonda. La selección de las estaciones para la red GCOS la realizó la OMM en base a un criterio espacial geográfico y la data histórica disponible de las estaciones. La presencia chilena en dicha red incluye observación atmosférica, oceanográfica y terrestre.

4. Información sobre programas de investigación

En la presente sección se presentan programas de investigación sobre cambio climático en Chile vinculados con distintos ámbitos, como la vulnerabilidad y adaptación, la mitigación de emisiones y ciencias relacionadas con el cambio climático. En específico, se abordan los temas relacionados con:

- programas de investigación sobre cambio climático en el país
- participación de actores nacionales en investigación con instituciones bilaterales o multilaterales
- centros nacionales de investigación en áreas ligadas al cambio climático

Putre, Johanna Arriagada.

4.1 Programas de investigación en el país

4.1.1 CONICYT y la investigación nacional en cambio climático

La CONICYT se orienta hacia dos grandes objetivos: el fomento de la formación de capital humano y el fortalecimiento de la base científica y tecnológica del país. Ambos pilares son potenciados de manera transversal por un área de información científica y una de vinculación internacional. De esta forma, dirige sus esfuerzos al objetivo final de contribuir al progreso económico, social y cultural del país a través de programas de apoyo a ámbitos y desafíos diferenciados. En el cumplimiento de este rol, es el principal organismo público que financia proyectos de investigación científica y tecnológica. Algunos de los programas de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica son:

a) Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT)

El FONDECYT fue creado en 1981 para estimular y promover el desarrollo de investigación científica y tecnológica básica; es el principal fondo de este tipo en el país. Entrega apoyo financiero a la investigación individual en todas las áreas del conocimiento y en distintos períodos de la carrera de un investigador.

b) Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF)

El FONDEF fue creado en 1991 y su propósito es contribuir al aumento de la competitividad de la economía nacional y al mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos, promoviendo la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y otras entidades en la realización de proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico de interés para el sector productivo u

orientados al interés público. Sus principales líneas de acción son:

- Apoyo de proyectos de I+D aplicada, con alto contenido científico, orientados a generar impactos económicos y/o sociales. Estos proyectos son ejecutados por instituciones de investigación vinculadas con empresas u otras entidades que les otorgan pertinencia.
- Apoyo a la generación de capacidades de emprendimiento basadas en investigaciones innovadoras de egresados de universidades chilenas, financiando proyectos basados en resultados de sus tesis de grado o posgrado.

Isidora Mella.

c) Programa de Cooperación Internacional (PCI)

El PCI se creó en el año 2000 para fortalecer la vinculación con redes científicas mundiales y así incorporar a la comunidad científica nacional al conocimiento de vanguardia. Sus líneas de acción buscan:

- Coordinar instrumentos de financiamiento que –a través de convocatorias públicas y competitivas– fomenten la internacionalización de la ciencia chilena mediante la movilidad, la formación de redes internacionales y la investigación conjunta.
- Establecer alianzas y asociaciones con organismos extranjeros de ciencia y tecnología, así como participar en foros internacionales que permitan al país contribuir a la construcción de agendas de investigación internacionales, que atiendan las prioridades de Chile en las distintas áreas del conocimiento y posibiliten el desarrollo de nuevas oportunidades de financiamiento para la colaboración entre investigadores en Chile y el extranjero.
- Organizar seminarios, talleres y conferencias internacionales que impulsen redes de contacto entre investigadores de Chile y el exterior, y promuevan internacionalmente las capacidades de Chile para la investigación.
- Producir materiales de difusión que den a conocer a una audiencia internacional los resultados de investigaciones colaborativas y las oportunidades de colaboración en ciencia y tecnología con Chile.

La CONICYT, a través de los programas descritos, entre 2008 y 2015 adjudicó 640 proyectos que tienen alguna relación con cambio climático. De estos:

- El 24,1% se relaciona con el sector Energía e incluye nuevas formas de energías y energías renovables no convencionales; el 15,2% son estudios sobre ecosistemas, seres vivos y su adaptación a los cambios en el clima; 8,6% son estudios relacionados con el déficit hídrico, cuencas hidrográficas y su respuesta ante los cambios posibles; 7,7% son sobre agricultura y su capacidad de adaptación; 7,2% se relacionan con el desarrollo de biocombustibles desde diferentes orígenes, y un 5,5% son estudios de glaciares y estudios realizados en la Antártica.
- El 57% de esos proyectos son financiados por el FONDECYT, el 21% por el PCI, el 11% por el FONDEF y el 11% restante por los programas Regional, PIA, FONDEQUIP, FONDAP y FONIS.

En las Tablas 5-7, 5-8 y 5-9 se presenta una selección de los estudios y proyectos que han sido ejecutados entre 2008 y 2015, clasificados según su enfoque: primero mitigación, luego adaptación y vulnerabilidad, y finalmente ciencias relacionadas con el cambio climático.[1]

[1] *De los 640 proyectos relacionados con cambio climático, 244 tenían un enfoque de mitigación, 231 de vulnerabilidad y adaptación, y 165 eran de ciencias relacionadas con el cambio climático.*

Tabla 5-7. Algunos estudios y proyectos adjudicados por CONICYT entre 2008 y 2015 relacionados con el cambio climático, con enfoque de mitigación

Nombre del estudio o proyecto	Programa	Institución asociada al proyecto	Año
Emisiones de GEI en sistemas agrícolas y forestales: la influencia del uso y manejo del suelo y su predicción a través de modelos	FONDECYT	Universidad de Concepción	2008
Evaluación del recurso solar en Chile: apoyo en la toma de decisiones y formulación de escenarios energéticos	FONDEF	Pontificia Universidad Católica de Chile	2008
Investigación y generación de factores de emisión de contaminantes atmosféricos para artefactos residenciales que combustionan biomasa de relevancia nacional	FONDEF	Universidad Católica de Temuco	2008
Evaluating regional influence of megacity emissions on air quality, meteorology and climate	FONDECYT	Universidad Nacional Andrés Bello	2009
Generación y almacenamiento de energía a través de turbinas eólicas, paneles solares e hidrógeno como portador de energía	FONDEF	Universidad de la Frontera	2010
Análisis del impacto en la seguridad y regulación de frecuencia del sistema eléctrico chileno frente a diversos escenarios de energía eólica	PCI	sin información	2011
Effect of concentrate supplementation and pasture growth stage on enteric methane emissions of grazing dairy cows	FONDECYT	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	2011
Study of the spatial and temporal trends of black carbon air pollution in Santiago de Chile	FONDECYT	Universidad de Santiago de Chile	2012
Understanding nitrous oxide emissions from Chilean grassland soils	FONDECYT	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	2013
Desarrollo y producción de lechos bioaumentados para sistemas de biofiltración de gases causantes de malos olores y de efecto invernadero	FONDEF	Pontificia Universidad Católica de Chile	2013
Sistema automatizado de monitoreo y gestión de edificaciones que evalúa económicamente la implementación de medidas y tecnologías para la eficiencia energética	FONDEF	Universidad de Talca	2014

Fuente: Elaborado a partir de información de CONICYT, 2015

Tabla 5-8. Algunos estudios y proyectos adjudicados por CONICYT entre 2008 y 2015 relacionados con el cambio climático, con enfoque de adaptación y vulnerabilidad

Nombre del estudio o proyecto	Programa	Institución asociada al proyecto	Año
Climate and streamflow variability in the Sub-Antartic Region of South America (450-560 s) during the last 500 years: Integrating tree rings, instrumental records and hydro-climatic modeling	FONDECYT	Universidad Austral de Chile	2009
Evidencias del cambio climático en centros urbanos en Chile: implicancias sobre los riesgos naturales y la capacidad adaptativa	FONDECYT	Pontificia Universidad Católica de Chile	2010
Incidencia de los cambios climáticos y antrópicos en la variabilidad del recurso hídrico en contexto semiárido (Norte Chico, Chile) y mediterráneo (Languedoc, Francia)	PCI	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	2010
Proyecciones de escenarios y políticas comunicacionales para implementar medidas para el cambio estructural energético, para la protección del clima y medidas para la adaptación a consecuencias del cambio climático	PCI	sin información	2010
Sistema de soporte a la toma de decisiones para reducir la vulnerabilidad frente a variabilidad y cambio climático en agricultura de riego	FONDEF	Pontificia Universidad Católica de Chile	2010
Development of adaptation measures to cope with the impacts of climate change at the basin level	FONDECYT	Pontificia Universidad Católica de Chile	2011
La sociología del cambio climático: políticas públicas, trayectorias regionales y representaciones sociales del cambio climático en el sur de Chile	FONDECYT	Universidad Austral de Chile	2011
Rainfall response to climate change in Chile: A statistical downscaling approach	FONDECYT	Universidad de Chile	2011
Videojuego de cambio global para enseñanza básica	FONDEF	Universidad Santo Tomás	2011
Water availability in a stressed Andean watershed in central Chile: Vulnerability under climate variability	FONDECYT	Universidad de Concepción	2011
Análisis multiescalar de los cambios climáticos y su consideración en la evaluación ambiental estratégica del desarrollo regional sustentable del altiplano del norte de Chile	FONDECYT	Universidad de Chile	2012
Vulnerabilidad de cuencas andinas nivopluviales frente a cambios territoriales y cambio climático. Bases científicas para la conservación y el uso racional de los recursos hídricos	FONDECYT	Universidad de Concepción	2012
Estudio y modelación del clima urbano a escala local, como base para la proposición de lineamientos de adaptación frente al cambio climático en una red de ciudades chilenas	FONDECYT	Pontificia Universidad Católica de Chile	2013
Understanding glacier response to climate change in Chile	FONDECYT	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	2013
Extreme droughts in central Chile	FONDECYT	Universidad de Chile	2014
Moving towards adaptation to climate change: Current practices developed in Chile, their usefulness, barriers to implementation and opportunities for improvement	FONDECYT	Universidad de Chile	2015
Maximizing urban ecosystem services to mitigate the effects of climate change	FONDECYT	Universidad Austral de Chile	2015

Fuente: Elaborado a partir de información de CONICYT, 2015

Tabla 5-9. Algunos estudios y proyectos adjudicados por CONICYT entre 2008 y 2015 relacionados con el cambio climático, con enfoque en ciencias relacionadas con el cambio climático

Nombre del estudio o proyecto	Programa	Investigador	Institución asociada al proyecto	Año
Past climate changes in Patagonia obtained from three high-altitude ice cores	FONDECYT	G. Casassa	Centro de Estudios Científicos (CECS)	2008
Permafrost monitoring, climate change and water resources in the Andes of central Chile	FONDECYT	X. Bodin	Pontificia Universidad Católica de Chile	2010
On climate change-related effects on surface UV radiation in Antarctica: Development of a ground-based UV reconstruction model	FONDECYT	A. Damiani	Universidad de Santiago de Chile	2011
How vulnerable are tree species of Chilean temperate rainforest to future rainfall reduction scenarios?: Drought tolerance, tree performance and recruitment of new individuals	FONDECYT	M. Jiménez	Universidad Austral de Chile	2013
Reproductive success and early ontogenetic traits of marine calcifying organism under global change scenarios: Ocean acidification and ocean warming	FONDECYT	P. Manríquez	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	2013
Estudio del desplazamiento de especies en la Región de los Ríos de acuerdo al cambio climático	FONDECYT	M. Tejo	Pontificia Universidad Católica de Chile	2014
Genetic imprinting and elevation shifts associated to climate change in vertebrate species of central Chile	FONDECYT	F. Torres	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2014
Glacier mass-balance and freshwater runoff observations and simulations in central Chile: A study of present and future response to warming climate	FONDECYT	J. Haugaarrd	CECS	2014
Herbivoria, bosque templado y cambio climático. ¿Puede la sequía prolongada causar el desarme de los árboles en la batalla contra los herbívoros?	FONDECYT	P. Torres	Universidad Austral de Chile	2014
Influence of the solar activity on the polar environment	FONDECYT	A. Damiani	Universidad de Santiago de Chile	2014
Modeling the Patagonian ice fields in a warming climate	FONDECYT	M. Román	Universidad Austral de Chile	2014

Fuente: CONICYT

4.1.2 Centros de investigación apoyados por CONICYT

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 Tabla 5-10 se listan aquellos con relevancia en el tema de cambio climático.

Tabla 5-10. Centros nacionales de investigación con relevancia en cambio climático financiados por FONDAP de CONICYT

Nombre	Institución patrocinante	Año de creación
Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA)	Universidad de Chile	2010
Centro de Investigación en Energía Solar (SERC-CHILE)	Universidad de Chile	2012
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)[2]	Universidad de Chile	2012
Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012
Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012
Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR)	Universidad de Concepción	2012
Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)	Universidad de Concepción	2013

Fuente: Elaborado a partir de información de CONICYT, s.f.

Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica

La CONICYT 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.

El instrumento más relevante con que cuenta es la facultad de crear una nueva institucionalidad, 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. Destaca especialmente la creación en 2003 del CEAZA, de las universidades de La Serena y Católica del Norte, y el INIA en la Región de Coquimbo (INIA-Intahuasi). El CEAZA obtuvo su personalidad jurídica en 2008 y su objetivo es estudiar el impacto de las oscilaciones climáticas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en las zonas áridas del norte-centro de Chile.

Arica, Macarena Mella.

Tabla 5-11. Centros nacionales de investigación con relevancia en cambio climático financiados por el Programa Regional de CONICYT

Nombre	Institución participante	Año de creación
Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA)	Universidad de Magallanes, Instituto Antártico Chileno, Instituto de Fomento Pesquero	2002
Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	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	2005
Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH)	Universidad Arturo Prat, Minera Doña Inés de Collahuasi, Minera BHP-Billiton Cerro Colorado, CONADI	2009

Fuente: Elaborado a partir de información de CONICYT, s.f.

Programa de Investigación Asociativa (PIA)

El PIA es otra de las acciones implementadas para mejorar la investigación científica, la formación de capital humano avanzado, la cooperación internacional y el vínculo con el sector productivo mediante un financiamiento base que potencie y fortalezca centros de investigación (CONICYT, s.f.). Las siguientes son sus líneas de acción:

- Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia (Programa de Financiamiento Basal)

Busca consolidar grupos de investigación ya establecidos como Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia y cuyas actividades de investigación contribuyan a aumentar la competitividad de la economía chilena (CONICYT, s.f.).

- Centro de Investigación Avanzada en Educación

Busca contribuir al financiamiento de centros que desarrollen investigación de excelencia, formen capital humano avanzado, generen innovación y apoyen políticas públicas que mejoren la calidad y la equidad de la educación en Chile (CONICYT, s.f.).

- Centros de Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor de Uso Compartido

Este instrumento busca cubrir parte de los requerimientos de equipamiento e infraestructura mayor que presenta el Sistema de Ciencia y Tecnología Nacional, garantizando su acceso y uso óptimo mediante la entrega de servicios modernos y eficientes (CONICYT, 2016).

- Fortalecimiento y apoyo para grupos de investigadores

Esta línea, heredada del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología

(PBCT), busca potenciar la base científica nacional de excelencia y el desarrollo científico y tecnológico del país mediante el financiamiento de proyectos de investigación sustentados en un trabajo colaborativo amplio y multidisciplinario, realizado por grupos de investigadores. Se ha entregado financiamiento para el desarrollo de tres instrumentos:

- Anillos de Investigación en Ciencia y Tecnología
- Anillos de Investigación en Ciencia Antártica
- Anillos de Investigación en Ciencias Sociales (CONICYT, s.f.)

Estos proyectos de investigación científica pueden incluir aspectos de aplicación tecnológica y de desarrollo de nuevas tecnologías, sin distinción de áreas disciplinarias. Bajo este programa se ha financiado, a partir del año 2008, el Centro de Estudios Científicos (CECS), que posee una línea de investigación en glaciología, a través del Programa de Financiamiento Basal.

4.1.3 Otras fuentes de financiamiento a la investigación nacional en cambio climático

Fondo de Protección Ambiental (FPA)

Es el único fondo concursable que otorga el Estado de Chile en temas ambientales. Se enfoca en apoyar iniciativas ciudadanas y en el financiamiento total o parcial de proyectos que tengan como objetivo la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. A estos concursos se puede presentar cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, que cumpla con los requisitos de cada postulación. En la Tabla 5-13 se presentan algunos proyectos financiados por el FPA y relacionados con el cambio climático en los últimos cinco años.

Tabla 5-12. Centros nacionales de investigación con relevancia en cambio climático financiados por Programa de Investigación Asociativa de CONICYT

Nombre	Institución participante	Año de creación
Centro de Estudios Científicos (CECS)	Centro de Estudios Científicos (CECS)	1984
Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPAS) Oriental	Universidad de Concepción (principal) y Universidad Austral de Chile (asociada)	2002
Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	2008
Centro Científico Tecnológico de Valparaíso	Universidad Técnica Federico Santa María	2009
Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad, CAPES	Pontificia Universidad Católica de Chile (principal), Universidad Adolfo Ibáñez (asociada)	2013

Fuente: Elaborado a partir de información de CONICYT, s.f.

Tabla 5-13. Proyectos financiados por el FPA en temas relacionados con el cambio climático

Proyecto	Organización	Año
Bosques de Santiago Andino: Opciones de valoración y recuperación	Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile	2012
Desarrollo de una tecnología alternativa a la quema de rastrojos mediante inoculantes provenientes de biodigestores	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile	2014
Atlas del Cambio Climático en la zona de régimen semiárido de Chile	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile	2014
Determinación de índices de extremos climáticos para la visualización de cambio climático y su posible incidencia en los recursos hídricos de la región	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos de la Universidad Arturo Prat	2014
NUNATAK-CHILE. Primer laboratorio natural sobre contaminación glaciar y cambio climático. Levantamiento de línea de base	Universidad Técnica Federico Santa María	2014

Fuente: Elaborado a partir de información de CONICYT, 2015c

4.2 Participación del país en actividades de investigación con instituciones internacionales bilaterales o multilaterales

Entre los años 2011 y 2015 investigadores chilenos han participado en forma permanente en diversas redes de investigación en sustentabilidad ambiental y cambio climático, tanto a escala latinoamericana como internacional.

4.2.1 Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)

FONTAGRO es un consorcio de países iberoamericanos dedicado a financiar investigación e innovación científica y tecnológica en el sector agropecuario que contribuyan a la reducción de la pobreza, el aumento de la competitividad de las cadenas agroalimentarias y el manejo sustentable de los recursos naturales en la región. Lo componen Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. La investigación es de interés regional

e incluye, entre otros, manejo de agua y suelos; mejoramiento de la eficiencia productiva (agricultura viable de pequeña escala, sostenibilidad de cadenas de valor); caracterización, mejoramiento y optimización de recursos genéticos; tecnología en cadenas agroalimentarias; sanidad e inocuidad de productos y alimentos, y políticas, actividades sectoriales y fortalecimiento institucional (FONTAGRO, s.f.b).

Desde su fundación en 1998, instituciones e investigadores chilenos han participado en proyectos de investigación orientados a la adaptación nacional al cambio climático. En la Tabla 5-14 se presentan los proyectos relacionados con el cambio climático financiados por FONTAGRO.

Santa Cruz, Johanna Arriagada.

Tabla 5-14. Proyectos relacionados con el cambio climático financiados por FONTAGRO e implementados por el INIA

Proyecto	Objetivo	Periodo de ejecución
Variabilidad y cambio climático en la expansión de la frontera agrícola en el Cono Sur: estrategias tecnológicas y de políticas para reducir vulnerabilidades	Contribuir a la adaptación al cambio climático de los sistemas de producción agrícola actuales y en expansión de la región del Cono Sur, a través de la identificación de vulnerabilidades y de medidas de adaptación	2008 - 2013
Evaluación de los cambios en la productividad del agua frente a diferentes escenarios climáticos en distintas regiones del Cono Sur	Contribuir al desarrollo de estrategias productivas que permitan aumentar la productividad del agua	2009 - 2012
Aumento de la competitividad de los sistemas productivos de papa y trigo en Sudamérica ante el cambio climático	Aumentar la competitividad de los sistemas productivos de papa y trigo, ante el cambio climático en Sudamérica, a través de la selección y desarrollo de genotipos con mayor tolerancia a la sequía y a altas temperaturas	2010 - 2013
Cambio climático y ganadería: cuantificación y opciones de mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de origen bovino en condiciones de pastoreo	Cuantificar las emisiones de CH_4 y N_2O del pastoreo bovino, y establecer opciones para su mitigación, en función de la realidad productiva de los países integrantes del consorcio	2011 - 2014
Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus*	Contribuir a mejorar los medios de vida de las familias de productores de zonas andinas de Bolivia, Ecuador y sur de Chile, incrementando la cantidad y la calidad de sus alimentos, sus ingresos y mejorando la resiliencia de sus sistemas de producción	2014 - 2018

Fuente: FONTAGRO

4.2.2 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 (IAI, s.f).

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 Tabla 5-15.

Tabla 5-15. Proyectos financiados por la IAI con participación de entidades o investigadores chilenos en el periodo 2010-2015

Nombre	Institución	Años
Climate change and irrigated agriculture: Towards a better understanding of driving forces and feedbacks between decision makers and biophysical environment and their impacts on hydrological cycle and land use	Pontificia Universidad Católica de Chile	2007-2012
Innovative science and influential policy dialogues for water security in the arid Americas	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012-2018
Coastal ecosystems of the South American Region (CESAR): An integrated satellite data management and distribution system	Universidad de Concepción	2006-2012
Urban mobile emissions in South American megacities (UMESAM)	Universidad de Chile	2006-2012
Can cities reduce global warming? Urban development and the carbon cycle in Latin America	Universidad de Chile	2006-2012
Food web structure in two coastal lagoons of the Southern Atlantic Ocean: A comparative and using stable isotopes ratios	Universidad Católica del Norte, Universidad de Concepción	2006-2012
Persistent toxic substance fate along latitudinal and vertical gradients in the Americas	Universidad de Concepción	2006-2012
Paleo-reconstruction of population dynamics of anchovy and sardine off the Peruvian/northern Chilean coast related to climate shifts during the last 200 years	Universidad de Antofagasta	2006-2012
Environmental changes in South America in the last 10k years: Atlantic and Pacific controls and biogeophysical effects	-	2006-2012
Coming down the mountain: Understanding the vulnerability of Andean communities to hydroclimatologic variability and global environmental change	Universidad de Chile, Universidad Católica del Norte, Instituto de Ecología Política, Universidad de la Serena	2007-2011
Adaptation to the health impacts of air pollution and climate extremes in Latin American cities	PROJECTA	2007-2011
Variabilidad climática y sus probables impactos en la salud en ciudades de América Latina: Buenos Aires, Santiago, Montevideo, Salto y Manaos	Ministerio de Salud, Dirección Meteorológica de Chile	2011-2013
Hacia una evaluación integrada de la seguridad hídrica en el contexto del cambio global en las Américas (SGP-CRA 005)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012-2014
Documentación, comprensión y proyección de los cambios en el ciclo hidrológico de la cordillera americana (SGP-CRA 2047) (SGP-CRA 049)	Universidad Austral de Chile, CEQUA, Universidad de Chile	2012-2014
Ciclones tropicales que tocan tierra en la cuenca del Pacífico Oriental (SGP-CRA 2048) (SGP-CRA 048)	Universidad de Valparaíso	2012-2014
SACC: Un consorcio internacional para el estudio de los cambios climáticos y globales relacionados con los océanos en América del Sur (SGP-CRA 2076) (SGP-CRA 078)	Universidad de Concepción	2012-2014
Nitrogen cycling in Latin America: Drivers, impacts and vulnerabilities	Universidad de Chile	2012-2018
Tropi-Dry II: Enhancing knowledge exchange for conservation and management of tropical dry forests in the Americas	CEPAL	2012-2018
Sensing the America's freshwater ecosystem risk (SAFER) from climate change	Universidad Austral de Chile	2012-2018
Variability of ocean ecosystems around South America (VOCES)	Universidad de Concepción	2012-2018
Assessment of marine ecosystem services at the Latin-American Antares time-series network	Universidad de Concepción	2012-2018
Bridging ecosystem services and territorial planning (BEST-P)	Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción	2012-2018

Fuente: IAI, 2016

Es relevante en este caso indicar que la Conferencia del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) del año 2016 se realizó en Chile y fue coorganizada por el Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

4.2.3 Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

La CEPAL es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas, y entre sus acciones está la promoción y el reforzamiento de las economías de los países de la región, entre ellos y con el mundo (CEPAL, 2016). En los últimos años ha tenido un fuerte involucramiento en el análisis del cambio climático y sus impactos regionales. Con la colaboración y apoyo financiero del BID, la Unión Europea y los gobiernos de Alemania, Reino Unido, Dinamarca y España, coordinó entre 2009 y 2010 el Proyecto "Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático en Sudamérica (ERECC)" (www.cepal.org/es/proyectos/estudio-de-la-economia-del-cambio-climatico-en-sudamerica-erecc).

Esta iniciativa analizó las consecuencias socioeconómicas del cambio climático y buscó desarrollar políticas de mitigación y adaptación, además de levantar fondos para acciones sobre cambio global. Además de este estudio, la Tabla 5-16 presenta los proyectos y reportes publicados por la CEPAL en los que participan investigadores chilenos.

Tabla 5-16. Proyectos y estudios publicados por la CEPAL con participación de chilenos

Nombre publicación	Año
La economía del cambio climático en Chile	2012
Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina. Residuos y reducción de gases de efecto invernadero: el caso de Chile	2012
Disponibilidad futura de los recursos hídricos frente a escenarios de cambio climático en Chile	2012
Análisis de la vulnerabilidad del sector hidroeléctrico frente a escenarios futuros de cambio climático en Chile	2012
Clima Adaptación Santiago (CAS): Adaptación al cambio climático en megaciudades de América Latina. Red regional de aprendizaje del proyecto	2013
Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero: un análisis para Chile, El Salvador, México y el Uruguay	2014
Propuesta de subasta de bonos de carbono para Chile y México	2014

Fuente: Elaboración propia en base a CEPAL (2016).

4.2.4 Panel Intergubernamental de Cambio Climático

En 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crean el principal órgano de apoyo científico y técnico en materia de cambio climático, el Grupo o Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), compuesto por científicos de todo el mundo expertos en la materia. Su fin es la comprensión de los riesgos e impactos del cambio, y para ello realiza evaluaciones periódicas del estado del conocimiento científico internacional sobre el tema y produce reportes que sintetizan los resultados de la literatura científica internacional.

Como órgano intergubernamental, se vincula con los países a través del Punto Focal Nacional, que en Chile es el Ministerio del Medio Ambiente. La participación nacional, sin embargo, no se limita al aporte del punto focal sino que involucra a la comunidad científica y otros actores.

El IPCC presentó en Japón en 2014 los resultados de su último reporte global sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, como parte del 5° Reporte de Evaluación del Cambio Climático. En él trabajaron más de 300 científicos de 70 países. Chile contribuyó con seis científicos, miembros del Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile y del (CR)² de la Universidad de Chile. Ellos fueron seleccionados por el propio IPCC como autores o editores de algunos de los capítulos del reporte, en vista de sus publicaciones y experiencia técnica en los temas tratados. Con esta nominación, Chile se convirtió en el cuarto país con más científicos nominados para este informe en Latinoamérica, detrás de México, Brasil y Argentina.

Por otro lado, también se realizaron actividades de difusión de los resultados del 5° Reporte, concretamente dos seminarios en Santiago durante 2014 (Impactos del Cambio Climático, Vulnerabilidad y Adaptación: Resultados del 5° Reporte de Evaluación del Cambio Climático del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, y Estado de la Ciencia del Cambio Climático, la Adaptación y la Mitigación: Resultados del Informe de Síntesis de la 5° Evaluación del IPCC), a los que concurrieron dos vicepresidentes del IPCC a realizar las presentaciones principales.

4.2.5 EUROCLIMA

EUROCLIMA es un programa de cooperación regional entre la Unión Europea y América Latina, enfocado en el cambio climático. Su objetivo es facilitar la integración de las estrategias y medidas de mitigación y de adaptación en las políticas y los planes públicos de desarrollo en América Latina. Este programa trabaja para contribuir a la reducción de la pobreza en América Latina mediante la reducción de su vulnerabilidad ambiental y social ante el cambio climático, y para reforzar la capacidad de recuperación de la región ante el cambio climático, promoviendo oportunidades para el crecimiento verde. En Chile ha apoyado iniciativas locales durante 2014 y 2016 (EUROCLIMA, 2016).

4.2.6 Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC)

La RIOCC realiza su trabajo alineada con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kioto. La red se compone de una Comisión de Coordinadores, integrada por los directores de las Oficinas de Cambio Climático de los países miembros, que se reúne formalmente una vez al año e informalmente durante las reuniones de la Conferencia de las Partes y de los Órganos Subsidiarios de la CMNUCC. A esta Comisión le corresponden las funciones de establecimiento y puesta en marcha de posibles líneas de trabajo, así como el seguimiento y la coordinación de las distintas actividades en marcha. Además, la organización de la red prevé que se puedan constituir los grupos de trabajo que se entiendan necesarios. La Oficina Española de Cambio Climático ejerce las labores de secretaría

de la red (RIOCC, s.f.). Chile participa activamente y su punto focal se encuentra en el Departamento de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente.

4.3 Centros Nacionales de Investigación en Áreas Ligadas al Cambio Climático

4.3.1 Instituto Antártico Chileno (INACH)

Esta institución fue inaugurada el año 1964, y es el único organismo estatal responsable de coordinar, planificar y ejecutar acciones en el Territorio Chileno Antártico. Sus principales objetivos son fortalecer la ciencia antártica nacional, incentivar la asistencia de especialistas nacionales a foros y reuniones del Sistema del Tratado Antártico, incentivar el desarrollo de polos económicos, culturales y sociales para establecer a Punta Arenas como la puerta de entrada a la Antártica, y fomentar el conocimiento y la importancia del continente antártico en la comunidad nacional (INACH, s.f). En la Tabla 5-17 se presentan los proyectos del Programa Antártico Nacional del INACH que están relacionados con el cambio climático.

Copiapó, Johanna Arriagada.

4.3.2 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)²

El (CR)² es un centro de excelencia patrocinado por la Universidad de Chile en asociación con la Universidad Austral y la Universidad de Concepción, y financiado por el programa de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (FONDAP) de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Tiene cinco grandes áreas de investigación: biogeoquímica, dimensión humana, dinámica del clima, modelación y sistemas de observación, y servicios ecosistémicos.

- Bajo biogeoquímica se examinan los procesos responsables de las emisiones oceánicas de metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dimetil sulfuro (DMS), probando la hipótesis de que la actividad autotrófica es el principal precursor de estos gases en la super-

Tabla 5-17. Proyectos del Programa Antártico Nacional del INACH (2012-2019)

Título	Institución	Años de ejecución	Ciudad
Reconstrucción climática de alta resolución en la zona norte de la Península Antártica	Universidad Andrés Bello	2012-2016	Viña del Mar
Comprendiendo la respuesta de glaciares al cambio climático en Chile	CEAZA	2013-2016	La Serena
Influencia de la actividad solar sobre el medioambiente polar	Universidad de Santiago de Chile	2014-2017	Santiago
Respuesta de la actividad enzimática y microbial del suelo al aumento de temperatura global en ecosistemas fríos de la Patagonia y Antártica	Universidad de Concepción	2014-2017	Santiago
Influencia de la variabilidad de ozono en el sistema acoplado atmósfera-océano	Universidad de Santiago de Chile	2014-2017	Santiago
Evolución térmica de la Península Antártica y las Islas Shetland del Sur mediante termocronología: implicancias para el cambio climático	Universidad Andrés Bello	2014-2017	Santiago
Patrones paleogeográficos vs el cambio climático en Sudamérica y la Península Antártica durante el Cretácico Tardío: ¿una posible explicación para el origen de la biota austral?	Instituto Antártico Chileno	2015-2018	Punta Arenas
Ecofisiología de algas de nieve antárticas: mecanismos de adaptación a un ambiente polar cambiante	Universidad Austral de Chile	2016-2019	Valdivia

Fuente: Elaborado con datos del Instituto Antártico Chileno (INACH, 2016)

ficie de los ecosistemas de surgencia costera, y que su actividad modula los flujos y la formación de aerosoles en la región. Además, se estudian los procesos de emisión, transporte y deposición que son responsables de las interacciones entre las áreas urbanizadas e industrializadas de la zona central de Chile y el océano costero, las que suponen cambios en las propiedades de las nubes y en la capacidad oxidativa de la atmósfera y sobre zonas costeras.

- En dimensión humana se apoya el diseño de medidas de mitigación y de adaptación, teniendo en cuenta las restricciones económicas y sociales. Es decir, dando lugar a una estrategia para construir la resiliencia social en escenarios de cambio climático de acuerdo a lo aportado por las otras áreas de investigación.
- En dinámica del clima se estudia la caracterización de los patrones y procesos que explican la amplitud histórica y prehistórica y la recurrencia de fluctuaciones decenales/seculares en el clima de la región, así como su importancia relativa en comparación con la variabilidad antrópica. Esto es fundamental para evaluar los cambios en las precipitaciones y otras variables climáticas. Otro problema fundamental es el diagnóstico del patrón de enfriamiento del océano/calentamiento de la Tierra, que domina la tendencia en la temperatura del aire a lo largo de gran parte de la costa oeste de América del Sur y que tiene consecuencias sobre los intercambios océano-atmósfera de trazadores y la productividad primaria.
- El área de modelación y sistemas de observación desarrolla y fomenta sistemas integrados de modelación y observación que usan las demás áreas para comprender mejor los procesos del sistema climático regional. Además, proporciona distribuciones de probabilidad para los escenarios de cambio climático y para controlar la calidad de los datos climáticos, estableciendo servicios climáticos para la toma de decisiones informadas.
- El área de servicios ecosistémicos se centra en el diseño de las matrices de paisaje que pueden optimizar la producción combinada de productos agrícolas y plantaciones forestales con servicios ecosistémicos bajo múltiples factores de estrés (por ejemplo, la provisión de madera y el suministro de agua), así como la recuperación de tales servicios en las cuencas hidrográficas degradadas en el centro y sur de Chile.

Las cinco grandes áreas de investigación convergen en tres temas comunes:

- La escasez y la variabilidad de los recursos hídricos en el centro y norte de Chile, donde se requiere una mejor caracterización de la variabilidad climática y del ciclo hidrológico para la gestión de estrategias que satisfagan las demandas de agua cada vez mayores y a menudo conflictivas.
- La creciente urbanización en el centro y sur de Chile necesita una gestión integrada e intersectorial para maximizar el control de las fuentes de contaminación y del clima.
- El rápido cambio del uso de suelo en el centro y sur de Chile ha dado lugar a conflictos sectoriales, territoriales y culturales que demandan soluciones con nuevos enfoques, incluyendo los conjuntos paisajísticos adecuados y la restauración ecológica para la recuperación de los servicios ecosistémicos.

Putre, Johanna Arriagada.

A la fecha, el $(CR)^2$ cuenta con más de 50 investigadores de nivel doctoral y un número equivalente de tesistas activos. Ha publicado más de 140 artículos en revistas científicas indexadas, 25 capítulos de libros o libros, 28 memorias profesionales, 63 tesis de magíster y 15 tesis doctorales, así como documentos orientados a tomadores de decisiones y el público en general, entre los que destacan:

- "Informe a la nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro" (Aldunce y otros, 2015)
- "Gobernanza del cambio climático en Chile" (Moraga y Araya, 2016)
- "Análisis comparativo de legislación de cambio climático" (Moraga y Meckievi, 2016)
- "Contenidos mínimos y lineamientos metodológicos para la evaluación económica y social de una ley de cambio climático para Chile" (Arriagada y otros, 2016)

En términos de la variabilidad climática, cabe destacar el estudio "Estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global", elaborado en el marco del Proyecto Opciones de Mitigación para enfrentar el Cambio Climático (MAPS Chile). Este estudio tuvo como objetivo realizar una evaluación crítica de las existentes simulaciones de cambio climático para el siglo XXI, incluyendo modelos globales y regionales para Chile, forzados por los nuevos escenarios de emisiones *representative concentration pathways* (RCP). Este estudio concluye que, en general, tanto los modelos globales, con una resolución espacial promedio de 2-3 grados, como los modelos regionales, con una resolución espacial de 25-50 km, simulan correctamente los ciclos anuales de temperatura y precipitación en las siete regiones analizadas del territorio nacional, que además representan mejor la variación longitudinal de temperatura que los modelos globales. En cuanto a las precipitaciones, los modelos globales tienden a subestimar la precipitación en altura, ya que la falta de resolución espacial no permite diferenciar la costa y el valle central en los modelos globales, y por su parte los modelos regionales tienden a sobreestimar la precipitación. Este es un resultado que, en general, ocurre en todos los modelos regionales y zonas con topografía compleja (Rojas, 2012).

Por otra parte, durante este período se implementó el Proyecto "Propuesta de marco legal e institucional para abordar el cambio climático en Chile", ejecutado por el (CR)2 y Adapt-Chile, apoyado por el Fondo de Prosperidad 2015 de la Embajada Británica en Chile y patrocinado por el Ministerio del Medio Ambiente. Su objetivo fue hacer un diagnóstico de la necesidad y la viabilidad de una ley de cambio climático en Chile, y proveer sus contenidos mínimos. Su comité directivo estaba conformado por el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Relaciones Exteriores, (CR)2 y Adapt-Chile. Como resultado se obtuvieron tres documentos: "Gobernanza del cambio climático en Chile" (Moraga, 2016); "Análisis comparativo de legislación de cambio climático" (Moraga, 2016) y "Contenidos mínimos y lineamientos metodológicos para la evaluación económica y social de una ley de cambio climático para Chile" (Arriagada, 2016).

Arrayanes, Macarena Mella.

4.3.3 Centro UC de Cambio Global (CCG-UC)

El Centro UC de Cambio Global es 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 por la alianza de cuatro facultades de la Pontificia Universidad Católica de Chile: Agronomía e Ingeniería Forestal, Ciencias Económicas y Administrativas, Ciencias Biológicas e Ingeniería; luego se incorporó la Facultad de Historia, Geografía y Ciencias Políticas.

Ha concentrado sus esfuerzos en desarrollar investigación básica y aplicada sobre las dimensiones biofísicas y humanas del cambio global, realizando diversos estudios en los ámbitos de mitigación de emisiones de GEI para los sectores de energía y no energía, vulnerabilidad y adaptación nacional y regional al cambio climático y de evaluaciones económicas del impacto del cambio climático. Este centro tiene proyectos financiados, entre otros, por Innova Chile y por CONICYT. Un detalle de sus estudios se presenta en la Tabla 5-18.

Tabla 5- 18. Proyectos realizados por el CCG-UC y financiados por diversas instituciones (2009-2016)

Título	Institución ejecutora o financista	Años de ejecución
Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Yelcho y Puelo, desde el potencial de generación a las dinámicas socioambientales	Ministerio de Energía, en conjunto con TECO	2015 - 2016
Análisis de la variación de caudales río Las Chinas - río Serrano. Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	Dirección General de Aguas	2015
Estudio de hidrología a afluentes a centrales hidroeléctricas	Synex Consultores	2015
Análisis Instituto Regional (Coquimbo) para gestión de recursos hídricos	Corporación Regional de Desarrollo Productivo/ Gobierno Regional de Coquimbo	2015
Base para la planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro	Ministerio de Energía en conjunto con TECO	2014 - 2015
Pre-factibilidad técnica y económica para alternativas de recuperación de energía de metano en vertederos de la zona centro y sur de Chile, EPAGMI	Agencia de Protección Ambiental (EPA), USA	2014
Cálculo de la huella de carbono corporativa de Transelec S.A - 2014	TRANSELEC S.A.	2014
Propuesta de un portafolio de medidas para elaborar el plan de adaptación al cambio climático para la infraestructura	Ministerio del Medio Ambiente	2014
Recomendaciones y líneas de acción para la promoción y difusión del uso de energías renovables no convencionales (ERNC) y diversificación de la matriz hídrica de la Región de Antofagasta	Gobierno Regional de Antofagasta y Universidad Católica del Norte	2014
Desarrollo de un sistema de soporte a la toma de decisiones para la planificación y el fomento al riego	FIA y CNR	2013
Proyección escenario línea tendencial 2012 y escenarios de mitigación de los sectores de generación eléctrica y otros centros de transformación	Ministerio de Medio Ambiente y PNUD	2013
Cálculo de la huella de carbono corporativa de Transelec S.A - 2013	TRANSELEC S.A.	2013
Vulnerabilidad, impactos y adaptación al cambio climático sobre los recursos hídricos en Iberoamérica (Acción VIAGUA)	CYTED, España	2013
Vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad y al cambio climático en la cuenca del río Maipo en Chile central	IDRC, Canadá	2012 - 2015
Combination of weather information and remotely sensed data to analyze the variability of water footprint indicators at a basin scale	FONDECYT	2012 - 2015
Sistema de soporte a la toma de decisiones para reducir la vulnerabilidad frente a variabilidad y cambio climático en agricultura de riego	FONDEF	2012 - 2015
Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático	Environment Canadá	2012 - 2013
Analysis of national public infrastructure capacity to respond to extreme events and adaptation measures in the context of climate change	Environment Canadá	2012
Emissions trading phases and setting the level of emission reductions	Banco Mundial / MOTU	2012
Actualización del balance hídrico nacional considerando cambio climático: diagnóstico	Dirección General de Aguas	2012
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	Ministerio del Medio Ambiente	2012
Análisis de vulnerabilidad futura cuenca del río Choapa y estero Pupío	Antofagasta Minerals	2012
Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP	MOP	2012
Evaluación del impacto social del cambio climático en Chile	PNUD	2012
Development of adaptation measures to cope with the impacts of climate change at the basin scale	FONDECYT	2011 - 2014
An integrated assessment of water security under global change in the Americas	IAI	2011 - 2014
Advisory Committee consultancy. Strengthening Climate adaption planning & disasters risk management in LAC cities	Banco Mundial	2011
Diagnóstico de la problemática de mitigación de emisiones GEI	ARAUCO y Colegio de Ingenieros de Chile	2011

Título	Institución ejecutora o financista	Años de ejecución
Fortalecimiento de las capacidades para enfrentar los desafíos del cambio climático en Chile	INNOVA CORFO	2010 - 2013
Cambio global y cuencas hidrográficas estratégicas para Arauco. Marco conceptual y análisis inicial en la cuenca del Mataquito	ARAUCO	2010 - 2012
Impactos del cambio climático en la minería en Sudamérica	Ecosecurities	2010
Capítulo "Vulnerabilidad", 2da Comunicación Nacional	PNUD	2010
Capítulo "Circunstancias nacionales", 2da Comunicación Nacional	PNUD	2010
Recopilación de información y proyectos de cambio climático en Mediterráneo y Humboldt	TNC Chile	2010
Mitigando el cambio climático: ¿cuánto cuesta?	Empresas Eléctricas A.G., Fundación Chile, Fundación Avina, Fundación Futuro Latinoamericano, Universidad Alberto Hurtado, CCG-UC	2010
Evaluación inicial del impacto en Aguas Andinas producto del cambio climático	Aguas Andinas	2010
Análisis de opciones futuras de mitigación de gases de efecto invernadero para Chile asociadas a programas de fomento del sector silvoagropecuario	PNUD / CONAMA	2010
Estudio de cuantificación y ciclo de carbono en humedales de la VII Región	ARAUCO	2010
Estudio de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de ecosistemas mediterráneos	CONAMA, en asociación con el Instituto de Ecología y Biodiversidad	2010
Diagnóstico y análisis de propuestas asociadas al cambio climático en Chile	BID	2010
Vulnerability of Mediterranean basin to global change: An assessment of the relevance of the climate change, the land use change and their synergies as driving forces acting in the Maipo Basin	FONDECYT	2009 - 2011
Climate change impacts and adaptation on a strategic hydropower generating basin in Ecuador, the Rio Paute basin	GEF-PNUD	2009 - 2010
Políticas públicas para la adaptación a los impactos del cambio climático en la agricultura de riego en Chile Central	VRCAP-UC (Chile)	2009
Análisis de opciones futuras de mitigación de gases de efecto invernadero para Chile en el sector energía	CONAMA	2009
Estudio sobre estimaciones de costo y potencial de abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero para diferentes escenarios futuros	Ministerio de Hacienda	2009
Estudio regional sobre la economía del cambio climático en Sudamérica (ERECC-SA). Informe Nacional Chile	CEPAL-BID- Gobierno del Reino Unido y de Dinamarca	2009
Climate change and irrigated agriculture: Towards a better understanding of driving forces and feedbacks between decision makers and biophysical environment and their impacts on hydrological cycle and land use	Inter-American Institute for Global Change Research (IAI)	2007 - 2010

Fuente: CCG-UC

4.3.4 Universidad de Concepción

La Universidad de Concepción tiene diversos grupos y unidades académicas que desarrollan investigaciones sobre tópicos relacionados con el cambio climático y sus efectos. Desarrollan investigaciones en ciencias puras y aplicadas desde una perspectiva tanto nacional como local. Los principales grupos son:

- Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)
- Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR)
- Centro de Investigaciones de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)
- Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPAS) Oriental
- Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
- Centro de Ciencias Ambientales EULA
- Departamentos de Sistemas Acuáticos y de Planificación Territorial de la Facultad de Ciencias Ambientales
- Facultad de Ciencias Sociales

Asimismo, junto a la Pontificia Universidad Católica de Chile forma parte del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable-CEDEUS. La Tabla 5-19 lista una muestra de proyectos realizados por la Universidad de Concepción entre 2006 y 2014.

4.3.5 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)

Es un centro de investigación de excelencia financiado por el FONDAP y patrocinado por la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción. Su principal objetivo es aportar a la discusión sobre los desafíos que enfrentan las ciudades del siglo XXI que buscan desarrollarse de manera sustentable. Se centra en seis ciudades y en problemas relacionados con la provisión de servicios básicos, como también con una alta tasa de motorización, consumo energético, de agua y de suelo. Posee cuatro ejes de estudio principales: planificación integrada, recursos críticos, acceso y movilidad y entorno construido (CEDEUS, 2016). En la Tabla 5-20 se presentan sus publicaciones del ámbito climático.

Tabla 5-19. Algunos proyectos realizados por la Universidad de Concepción y financiados por diversas instituciones (2006-2014)

Título	Institución ejecutora o financista	Año de adjudicación
Variación geográfica en salinidad y en el sistema de los carbonatos asociados al cambio climático. Respuestas en rasgos de historia de vida en el zooplancton	FONDECYT	2011
Water availability in a stressed Andean watershed in central Chile: Vulnerability under climate variability	FONDECY	2011
Assessment of marine ecosystem services at the Latin-American Antares time-series network	IAI	2012
Bridging Ecosystem Services and Territorial Planning (BEST-P)	IAI	2012
Cambio climático y enfermedades en cultivo de trigo en Chile	FPA	2012
Impactos locales del cambio climático global en la Región del Biobío	FPA	2012
SACC: Un consorcio internacional para el estudio de los cambios climáticos y globales relacionados con los océanos en América del Sur (SGP-CRA 2076) (SGP-CRA 078)	IAI	2012
Variability of Ocean Ecosystems around South America (VOCES)	IAI	2012
Vulnerabilidad de cuencas andinas nivopluviales frente a cambios territoriales y cambio climático. Bases científicas para la conservación y el uso racional de los recursos hídricos	FONDECYT	2012
Respuesta de la actividad enzimática y microbial del suelo al aumento de temperatura global en ecosistemas fríos de la Patagonia y Antártica	INACH	2014

Fuente: Universidad de Concepción

4.3.6 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 a 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 adap-

Tabla 5-20. Publicaciones científicas del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (2013-2016)

Título proyecto	Tipo	Año de publicación
Climate change adaptive capacity in Santiago de Chile: Creating a governance regime for sustainability planning	Artículo científico	2013
Collaborative governance and the challenges of participatory climate change adaptation planning in Santiago de Chile	Artículo científico	2014
Incorporating climate change adaptation strategies in urban water supply planning: The case of central Chile	Artículo científico	2014
Integrated water resource management and energy requirements for water supply in the Copiapó River basin, Chile	Artículo científico	2014
Supporting local adaptation: The contribution of socio-environmental fragmentation to urban vulnerability	Artículo científico	2014
Carbón municipal: manual de gestión de carbono institucional para municipios chilenos	Manual	2015
Water-food-energy nexus in Chile: The challenges due to global change in different regional contexts	Artículo científico	2015
Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana	Artículo científico	2016
Scientists, policymakers, and stakeholders plan for climate change: A promising approach in Chile's Maipo basin	Artículo científico	2016
Water security as a challenge for the sustainability of La Serena-Coquimbo conurbation in northern Chile: Global perspectives and adaptation	Artículo científico	2016
Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático	Artículo científico	2016

Fuente: Elaborado en base a CEDEUS

tación y mitigación de sus impactos (CiiCC, 2016).

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. Algunas de sus publicaciones se resumen en la Tabla 5-21.

Tabla 5-21. Publicaciones científicas y documentos publicados por el CiiCC (2013 - 2016)

Título	Tipo	Año de publicación
Combined effects of temperature and ocean acidification on the juvenile individuals of the mussel *Mytilus chilensis*	Artículo científico	2013
Effects of ocean acidification on larval development and early post hatching larval traits in *Concholepas concholepas* (loco)	Artículo científico	2014
Combined effects of hypoxia and increasing CO_2 on invertebrate species along the Chilean coast	Artículo científico	2015
Food supply confers calcifiers resistance to ocean acidification	Artículo científico	2015
Influence of climate regime and land use in nutrient and carbon contributions to coastal areas: Implications for the carbonate system	Artículo científico	2015
Biomineralization changes with food supply confer juvenile scallops (*Argopecten purpuratus)* resistance to ocean acidification	Artículo científico	2016
Effects of temperature and ocean acidification on shell characteristics of Argopecten purpuratus: Implications for scallop aquaculture in an upwelling-influenced area	Artículo científico	2016
Ocean warming and elevated carbon dioxide: Multiple stressor impacts on juvenile mussels from Southern Chile	Artículo científico	2016

Fuente: Elaborado en base a CiiCC, s.f.

4.3.7 Centro de Estudios Científicos (CECS)

El CECS (www.cecs.cl), 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. Cuenta con una nutrida agenda de proyectos de investigación conjunta con centros científicos de renombre mundial, y participa constantemente con ponencias y coordinación de simposios internacionales y conferencias, además del desarrollo de actividades y proyectos de investigación relacionados con el cambio climático. Las líneas de investigación se dividen en tres grupos, cada uno con sus respectivas investigaciones:

- Respuestas glaciares a cambio climático. Estudios en Chile continental:
  - Interacciones entre glaciares y volcanes
  - Interacciones entre glaciares y fiordos o lagos
  - Balance hidrológico, de masa y de energía en glaciares
  - Relación de glaciares con el clima actual y el paleoclima
- Aplicación de sensores remotos y métodos geofísicos de prospección:
  - Investigación con sistemas (aerotransportados, terrestres y marítimos) de radar, GPR, sonar, láser y GPS
  - Estudios de espesor del hielo, topografía superficial del hielo, profundidad de fiordos donde producen témpanos los glaciares, etc.
  - Uso de cámaras fotográficas en el espectro visible y termal para determinación de velocidades del hielo, generación de películas con el flujo del hielo, etc.
- Uso de sensores remotos activos y pasivos para actualización de inventarios glaciares, estudios de cambios de área glaciar, detección de anomalías geotérmicas, medición de velocidad del hielo, etc.

Algunos de los proyectos implementados por el CECS durante el período 2010-2015 fueron:

- Variaciones recientes de glaciares en respuesta al cambio climático: características glaciológicas de los glaciares San Rafael, Nef y Colonia, Campo de Hielo Norte, por encargo de DGA-MOP.
- Proyecto para la formación y entrenamiento de técnicos y estudiantes de Latinoamérica para realizar estudios de balance de masa glaciar, por encargo de la Universidad de Albany -UNESCO.
- Línea de base glaciológica del sector norte de Campo de Hielo Sur: glaciares Jorge Montt, Témpanos y O'Higgins, DGA-MOP.
- Monitoreo de glaciares en la cuenca alta del río Maipo, Región Metropolitana de Santiago, Chile. Por encargo de CODELCO.
- Recent, centennial and multi-millenial glacier fluctuations in Cordillera de Darwin, Tierra del Fuego Island, Southern Chile, proyecto FONDECYT.
- Subglacial lake exploration in West Antarctica. Programa de Financiamiento Basal, CONICYT.

Tabla 5-22. Publicaciones del Centro de Estudios Científicos (2012-2016)

Título	Autores	Tipo	Año
"Ice loss from the Southern Patagonian Ice Field, South America, between 2000 and 2012"	M. Willis, A. Melkonian, M. Pritchard y A. Rivera	Artículo científico ISI	2012
"Little Ice Age advance and retreat of Glaciar Jorge Montt, Chilean Patagonia"	A. Rivera, M. Koppes, C. Bravo y J. Aravena	Artículo científico ISI	2012
"Recent glacier changes in Southern Chile and in the Antarctic Peninsula"	A. Rivera, F. Bown, A. Wendt y C. Bravo	Capítulo de libro	2012
"Continental-scale temperature variability during the last two millennia"	PAGES2K Consortium y A. Rivera	Artículo científico ISI	2013
"Net accumulation rates derived from ice core stable isotope records of Pío XI glacier, Southern Patagonia Icefield"	M. Schwikowski, M. Schläppi, P. Santibáñez, A. Rivera y G. Casassa	Artículo científico ISI	2013
"Recent glacier variations on active ice capped volcanoes in the Southern Volcanic Zone (37º 46ºS), Chilean Andes	A. Rivera y F. Bown	Artículo científico ISI	2013
"Satellite-derived volume loss rates and glacier speeds for the Cordillera Darwin Icefield, Chile"	A. Melkonian, M. Willis, M. Pritchard, A. Rivera, F. Bown y S. Bernstein	Artículo científico ISI	2013
"First glacier inventory and recent glacier variation on Isla Grande de Tierra del Fuego and adjacent islands in Southern Chile"	F. Bown, A. Rivera, P. Zenteno, C. Bravo y F. Cawkwell	Capítulo de libro	2014
"Subglacial Lake CECS: Discovery and in situ survey of a privileged research site in West Antarctica"	A. Rivera, J. Uribe, R. Zamora y J. Oberreuter	Artículo científico ISI	2015
Balance de masa glaciar	A. Rivera, S. Bown, F. Napoleoni, M. Vuille	Libro	2016

Fuente: CECS, 2016

4.3.8 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 (UCH) junto a la Universidad de Tarapacá (UTA), la Universidad de Antofagasta (UA), la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI), la Universidad de Concepción (UDEC) y la Fundación Chile (FCh). El proyecto se sustenta en que el Norte Grande chileno 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, dados, por ejemplo, sus altos niveles de irradiación y los índices excepcionales de claridad. Estas condiciones lo convierten, además, en una zona excepcional para el estudio, desarrollo y ensayo de nuevas tecnologías solares. El diagnóstico de la propuesta es que, simultáneamente, existe un número de importante de factores o barreras que restringen el máximo desarrollo de este gran potencial (SERC 2016).

Actualmente tiene seis líneas de investigación, interrelacionadas entre sí, 1) Energía solar en la industria/minería; 2) Sistemas eléctricos de potencia con alta penetración de energía solar; 3) Sistemas de coordinación de energía solar para las comunidades rurales y urbanas; 4) Almacenamiento de energía solar; 5) Tratamiento solar de agua y 6) 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 (SERC, 2016).

Tabla 5-23. Artículos científicos del Centro de Investigación de Energía Solar (2014-2016)

Título	Tipo	Año
Restless waters: fossil fuel emissions conditioning a reduction in hydroelectric resources in Chile	Artículo científico	2014
Comparative analysis of five case studies: commonalities and differences in approaches to mitigation actions in five developing countries	Artículo científico	2014
A simulation framework for optimal energy storage sizing	Artículo científico	2014
The impact of a carbon tax on the chilean electricity generation sector	Artículo científico	2015
Systematic tool to plan and evaluate demand side strategies during sustained energy crises in hydrothermal power systems	Artículo científico	2015
Lithium in thermal energy storage: a state-of-the-art review	Artículo científico	2015
Investors' perspectives on barriers to the deployment of renewable energy sources in Chile	Artículo científico	2015
Heat and dust: the solar energy challenge in Chile	Artículo científico	2015
Thermal energy storage: recent developments and practical aspects	Artículo científico	2016
The solar spectrum in the Atacama desert	Artículo científico	2016
Solar pv planning toward sustainable development in Chile: challenges and recommendations	Artículo científico	2016

Fuente: SERC-Chile, 2016

4.3.9 Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)

Los desastres naturales presentan una serie de desafíos tecnológicos, sociales y políticos. Por ello, precisan ser abordados desde distintas campos disciplinares que aporten métodos innovadores y perspectivas diferentes, óptica bajo la cual se creó en 2011 el Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN), el cual reúne investigadores de las ciencias naturales y físicas; ingeniería y tecnología; ciencias de la salud y sociales, de cuatro instituciones de educación superior: la Pontificia Universidad Católica de Chile; la Universidad Católica del Norte; la Universidad Técnica Federico Santa María y la Universidad Andrés Bello (CIGIDEN, 2016).

Reunión centros de investigación recursos hídricos, CNID.

CIGIDEN reúne a más de 50 investigadores que transitan por 6 líneas de investigación 1) Procesos de tierra sólida y amenazas naturales asociadas; 2) Procesos de aguas superficiales y amenazas naturales asociadas; 3) Evaluación de vulnerabilidad y riesgo de sistemas físicos y sociales; 4) Gestión de desastres y respuesta a la emergencia; 5) Mitigación sustentable del riesgo y 6) Información, comunicación y tecnologías para la gestión de desastres (CIGIDEN, 2016).

Tabla 5-24. Publicaciones del Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (2015-2016)

Título	Tipo	Año
Vulnerabilidad social ante desastres naturales, capítulo del libro "*Vulnerabilidad social y su efecto en salud en Chile*"	Capítulo de libro	2016
Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático	Artículo científico	2016
Trust and risk perception of natural hazards: implications for risk preparedness in Chile	Artículo científico	2016
Evaluación de la vulnerabilidad global de 43 quebradas de Valparaíso. Perspectiva multidimensional	Proyecto	2015
Valoración de las áreas de riesgo por tsunami y potencial de evacuación: Propuestas para la reducción del riesgo de desastres a escala local	Proyecto	2016
Estudio de amenazas de las localidades urbanas de la cuenca del río Salado: Chañaral, El Salado y Diego de Almagro. Región de Atacama	Proyecto	2015
Investigación y desarrollo de modelos para cuantificar y mitigar el riesgo de eventos naturales en la red vial nacional	Proyecto	2015-2016

Fuente: Cigiden, 2016

5. Información sobre educación, formación y sensibilización acerca del cambio climático

En la presente sección se describen los avances en programas de educación, formación y sensibilización pública sobre cambio climático. Se destacan los cambios experimentados entre los años 2011 al 2015 respecto de la participación pública y el acceso público a la información sobre cambio climático, además de los efectos esperados de programas educativos y de sensibilización. En específico, se abordan los siguientes temas:

- el marco institucional e iniciativas para promover el desarrollo de programas educativos y sensibilización pública
- iniciativas y programas ejecutados o planificados en la educación básica y media
- iniciativas y programas ejecutados en la educación superior
- iniciativas y programas complementarios para la educación sobre cambio climático
- procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático
- campañas de difusión y sensibilización pública realizadas en el período
- percepción pública del cambio climático

Capacitación Temuco, MMA.

5.1 Marcos institucionales y legales para promover el desarrollo de programas educativos y de sensibilización pública en el país

La Ley General de Educación (LGE, 2009), que regula los derechos y deberes de los integrantes de la comunidad educativa nacional, define "educación" como el proceso de aprendizaje permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas, que se manifiesta por medio de la enseñanza formal o regular, la enseñanza no formal y la educación informal. Asimismo, entre los principios de la LGE está el de sustentabilidad, que señala: "El sistema fomentará el respeto al medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, como expresión concreta de la solidaridad con las futuras generaciones" (artículo 3, ley 20.370).

A partir de esta ley se crea el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación, conformado por el Ministerio de Educación como órgano rector del Sistema; el Consejo Nacional de Educación, a cargo de aprobar

las bases curriculares y los criterios u orientaciones para construir adecuaciones curriculares; la Agencia de Calidad de la Educación, responsable de evaluar y orientar al sistema educativo, y la Superintendencia de Educación, encargada de velar por la legalidad del uso de los recursos por los sostenedores de los establecimientos educacionales.

Por otra parte, según la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, "educación ambiental" es el proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio biofísico circundante. En este contexto, entre las funciones del Ministerio del Medio Ambiente está colaborar con las autoridades competentes en los niveles nacional, regional y local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana responsable en estas materias, labor que fue realizada por la Conama entre los año 1994 y 2010.

Si bien estos esfuerzos institucionales son más amplios que la educación específica sobre cambio climático, es importante su mención, ya que son los pilares sobre los que se ha ido construyendo la acción pública en la materia.

La Ley General de Educación trajo tres cambios fundamentales para el Currículum Nacional, modificando por una parte los objetivos generales de la educación básica y media; por otra los ciclos escolares, con una educación básica de seis años y una educación media de seis años, compuesta esta última por cuatro años de formación general común y dos de formación diferenciada; y finalmente estableció en forma obligatoria que el currículum nacional cubra como máximo un 70% del tiempo escolar. En este contexto, el trabajo en conjunto del Ministerio de Educación y el Ministerio de Medio Ambiente ha logrado la inclusión de materias afines al cambio climático en el currículo nacional y los programas de estudio de 1° a 6° básico y de 7° básico a 2° medio.

Ralco, Marcela Poulain.

Asimismo se han elaborado en conjunto algunos recursos de aprendizaje y material de difusión, entre ellos los folletos "Educación para el desarrollo sustentable: cambio climático", "Cómo llegamos a ser una comunidad educativa sustentable" y "Serie Ciudadana: Educación ambiental para el cambio climático".

La Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable (2009) establece principios, objetivos y líneas estratégicas orientadas a una educación que promueva una ciudadanía activa en el desarrollo sustentable del país, y 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 actividades de educación ambiental, además de generar material informativo, de apoyo docente y ejecutar proyectos específicos sobre educación para la sustentabilidad con un enfoque en actores y contextos locales. Específicamente el año 2009 se elaboró la "Guía de apoyo docente en cambio climático", documento que fue actualizado el año 2012.

En este ámbito se destaca el Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales-SNCAE, que es un programa voluntario residente en el Ministerio del Medio Ambiente en el que participan 1.114 establecimientos educati-

vos (alrededor de un 10% del total), los cuales desarrollan líneas de acción complementarias para fortalecer la educación ambiental, el cuidado y protección del medio ambiente y la generación de redes asociativas para la gestión ambiental local. Es un programa coordinado en conjunto por el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Educación, la Corporación Nacional Forestal, la Dirección General de Aguas, la Asociación Chilena de Municipalidades y la UNESCO. En 2016 se incorporó el Ministerio de Energía (SNCAE, s.f). Entre los materiales de apoyo se incluye un DVD sobre el Sistema que incluye la versión digital de la "Guía de apoyo docente en cambio climático (2009)" y un video introductorio al cambio climático.

En otras instituciones del sector público también existen esfuerzos sectoriales para promover la capacitación de sus funcionarios. Sin embargo, estas actividades suelen ser marginales o adicionales a las funciones tradicionales de estas entidades.

En 2009, por iniciativa del actual Ministerio del Medio Ambiente, comienza a funcionar el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), cuyo objetivo es potenciar a los municipios como modelos de gestión ambiental integral, con participación de los funcionarios y los vecinos. Un aspecto relevante es incorporar a la normativa municipal la dimensión ambiental y desarrollar acciones concretas para la protección del medio ambiente y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. A 2016, el sistema se encuentra operando en todas las regiones del país con municipios certificados en sus tres niveles (básico, intermedio y de excelencia) y con un crecimiento progresivo cada año: en 2016 un 50% de los municipios del país son parte del SCAM. Además, hoy 20 municipios que cuentan con certificación ambiental están participando del Programa HuellaChile, quienes han iniciado el proceso de cuantificación de sus emisiones GEI, número que pretende ir aumentando año a año.

Existe también la Acreditación de Vocación Ambiental Comunal (AVAC) que dirige el Ministerio del Medio Ambiente. Es un proceso de continuidad y profundización del SCAM al que pueden optar los municipios en etapa de mantención de la certificación de excelencia, previa evaluación del equipo ministerial responsable del programa. Consiste en un sistema socioambiental conducido por el municipio en el cual los sectores público, privado y comunitario acuerdan una estrategia ambiental comunal gradual y realista en los ámbitos energético, de biodiversidad, hídrico, de residuos y de urbanismo sustentable.

Saca tu real, Arica, Macarena Mella.

A mediados del año 2015 el Ministerio del Medio Ambiente crea la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann, la cual tiene como objetivo atender el creciente interés de la ciudadanía en materias de educación ambiental y de desarrollo sustentable, garantizando la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental y entregando herramientas para la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales y cómo enfrentarlos. La academia tiene tres 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 (MMA, 2015). A modo de ejemplo, tres cursos en modalidad e-learning son "Cambio Climático, Currículum y Gestión Educativa: La Escuela y su Entorno", "Cambio Climático para la Ciudadanía" y "Aprendiendo sobre la Biodiversidad para la Ciudadanía". El primer semestre de 2016 la Academia registraba un total de 1.600 participantes.

Cabe resaltar que el primero de los cursos citados intenta incorporar los contenidos de cambio climático en los ámbitos curriculares-pedagógicos, de gestión escolar y de relaciones socio-territoriales en los establecimientos educacionales que participan o que desean participar del SNCAE. El año 2015 se capacitó a 200 docentes de enseñanza básica y media de todo el país, quienes al final del curso elaboraron un proyecto para ser implementado en su propio establecimiento.

No obstante el importante trabajo del Estado de Chile en promover el desarrollo de programas educativos y de

sensibilización pública, en el presente muchas iniciativas de apoyo a la educación y formación sobre cambio climático han sido impulsadas por organizaciones de la sociedad civil y organismos internacionales, a través de cursos, seminarios y talleres.

5.2 Iniciativas y programas ejecutados en la educación básica y media

El desarrollo de programas de educación definidos para cambio climático es una actividad reciente en el país. A inicios del año 2000 no existían contenidos formales sobre ello en el currículo escolar. En la educación superior, solo se consideraban como parte de cursos más amplios sobre medio ambiente en carreras científicas y tecnológicas, como ingenierías y ciencias ambientales. El primer esfuerzo por incorporar contenidos específicos sobre cambio climático en la educación básica comenzó el año 2009, como respuesta a los lineamientos del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012. Este Plan tenía como objetivo relevar la temática en las bases curriculares de los distintos niveles de educación, enmarcándose en un programa nacional de educación para el cambio climático. La Guía de apoyo docente en cambio climático (2009) acompañó el proceso para aportar conocimientos a los docentes y facilitar la incorporación de contenidos específicos sobre cambio climático en las distintas áreas educativas.

En esta misma línea se realizó la elaboración inicial del Programa Nacional de Educación y Sensibilización, incorporando material de cambio climático en las bases curriculares de educación básica. Falta avanzar en la sensibilización en el resto de los niveles de educación formal y en la sociedad civil, tarea que se está realizando actualmente a través de la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann.

Quinta Normal, Johanna Arriagada.

Por otra parte, el año 2012 la Agencia Chilena de Eficiencia Energética realizo una guía de apoyo docente —"La eficiencia energética en la escuela"—, con la aspiración de que se aborde la eficiencia energética desde el ámbito curricular pedagógico, de gestión y de las relaciones con el entorno de los diversos establecimientos educacionales. A pesar de que el foco de la guía es la eficiencia energética, se relaciona directamente con el cambio climático, por ejemplo en el ítem de educación de octavo básico, llamado "Con eficiencia energética mitigamos las causas del cambio climático generado por gases de efecto invernadero" (ACHEE, 2014).

Asimismo, el Ministerio del Medio Ambiente ha capacitado anualmente a un gran número de docentes en varias regiones. A partir del año 2015 gran parte de estas capacitaciones se desarrollan dentro de la programación anual de cursos de la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann.

5.3 Iniciativas y Programas Ejecutados en la Educación Superior

En los últimos años la oferta de formación de educación superior y de posgrado se ha ampliado incluyendo el cambio climático entre sus temáticas. En Chile se imparten programas específicos para la educación de profesionales en cambio climático en las universidades consignadas en la Tabla 5-25.

Tabla 5-25. Programas de estudios relacionados con cambio climático en universidades chilenas

Programa de estudios	Universidad
Magíster en Cambio Climático	Universidad de Concepción
Magíster en Recursos Naturales con especialidad en Cambio Climático	Pontificia Universidad Católica de Chile
Magíster en Mecanismo de Desarrollo Limpio y Eficiencia Energética	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Diplomado Planificación Ambiental de Proyectos	Pontificia Universidad Católica de Chile
Diplomado Tecnologías para enfrentar el Cambio Climático Abrupto	Universidad de Santiago
Diplomado Internacional de Verano Comunicación para la Sostenibilidad y la Cultura del Cambio Climático	Universidad Academia de Humanismo Cristiano

Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista de oportunidades de estudios de posgrado, el programa de formación de capital humano avanzado de CONICYT financia magísteres, doctorados y posdoctorados. Para la selección de candidatos, uno de los criterios es que sus programas se encuentren entre las tres áreas prioritarias para el país: económicas, sociales y plataformas transversales. En esta última se incluyen estudios en energía, medio ambiente y biotecnología.

5.4 Iniciativas y programas complementarios para la educación sobre cambio climático

Entre las alternativas de herramientas educativas tecnológicas destaca que el año 2012 comenzó la creación de Ciclania, juego que busca enseñar a los niños acerca del cambio climático estimulando el desarrollo de habilidades de investigación científica. Fue lanzado el año 2014 y está actualmente disponible de forma gratuita en http://videojuego.ciclania.org. El proyecto fue adjudicado en la sexta versión del concurso TIC-EDU de FONDEF y es ejecutado por el centro TEKIT de la Universidad Santo Tomás, que tiene como mandante al Ministerio del Medio Ambiente y como entidades asociadas a la red de colegios Santo Tomás, la Fundación Casa de la Paz, el Centro de Cambio Global UC y el Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático de la Universidad Santo Tomás (Ciclania, s.f).

Otras iniciativas son las realizadas por las SEREMI del Medio Ambiente de las quince regiones del país, que realizaron seminarios y talleres de formación denominados "Habla, educador", los que han capacitado un promedio de 3.000 docentes por año en temáticas ambientales. Estos encuentros constituyen un espacio de entrega y recepción de experiencias, conocimientos, diálogo y retroalimentación. Desde sus inicios, uno de los temas incorporados ha sido el cambio climático, debido al alto interés que genera entre los profesores (MMA, 2015).

5.5 Procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático

El MMA ha incorporado en su quehacer la realización de procesos participativos en todos sus instrumentos, tanto en aquellos en que tiene una exigencia legal de hacerlo como en los que no exigen un proceso de participación ciudadana, esto es en el caso de los instrumentos estratégicos (políticas, planes de adaptación al cambio climático, estrategias, reglamentos y otros).

Con el objeto de mejorar las políticas públicas que desarrolla, el Ministerio difunde las materias de interés ciuda-

Consulta PANCC, MMA.

dano y de relevancia ambiental en las que se requiera conocer la opinión de las personas, procurando respetar los criterios de representatividad, diversidad y pluralismo. La Tabla 5-26 cita los procesos de consulta pública que ha realizado el Ministerio del Medio Ambiente sobre asuntos relacionados con el cambio climático.

La CONAF también realizó un proceso de consulta pública de la Estrategia de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, bajo el cual durante 2015 y 2016 se realizaron talleres en todas las regiones del país. Por otra parte, durante el año 2016 el Ministerio de Energía ha estado realizando un proceso de consulta pública de su Plan de Mitigación Sectorial. Y la elaboración del anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II) se basó en un proceso de consulta temprana, que consideró talleres, entrevistas y encuestas.

5.6 Campañas de difusión y sensibilización pública

La *Revista de Educación Ambiental* del Ministerio del Medio Ambiente estuvo vigente por cerca de doce años hasta el 2015, con dos publicaciones al año y un tiraje de 2.000 ejemplares, que se distribuían a los establecimientos educativos del SNCAE, publicación que incluía periódicamente información sobre cambio climático.

Eslogan MMA.

El MMA también ha confeccionado materiales y recursos de apoyo relacionados, como un video de cambio climático y huella de carbono, que entrega en forma sintética contenidos de cambio climático. Creó también la serie animada *La Plaza Imaginaria*, enfocada en cambio climático y cuidado del medio ambiente, que cuenta con capítulos dirigidos a un público infantil (Una amistad poco sustentable, bienvenidas vacaciones, nos fuimos a negro) y juvenil (Un negocio que deja huellas, El gran árbol de la plaza); y la calculadora de huella de carbono ciudadana, que permite que en pocos minutos una persona pueda cuantificar su huella de carbono en base al impacto de sus actividades, consumo y hábitos. Luego se le entregan consejos para reducir su huella de carbono personal. Finalmente, durante los años 2014 y 2015 se ha utilizado el lema "Si yo no cambio cambia el clima", con el cual se han realizado intervenciones en las redes sociales del MMA.

Tabla 5-26. Procesos de consulta pública del Ministerio del Medio Ambiente en temas de cambio climático

Instrumento	Inicio	Cierre	N° de observaciones recibidas
Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario	11/06/2012	30/09/2012	566
Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Biodiversidad	01/07/2013	30/08/2013	159
Plan Nacional de Adaptación Cambio Climático	11/11/2013	23/12/2013	322
Contribución Nacional Tentativa	17/12/2014	15/04/2015	> 250
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura	20/04/2015	30/06/2015	100
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Salud	05/10/2015	14/12/2015	s/i
Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II)	18/04/2016	04/08/2016	s/i

Fuente: Elaboración propia

5.7 Percepción socioambiental del cambio climático

El cambio climático es un fenómeno socioambiental en el cual factores psicológicos y sociales influencian no solo cómo las personas perciben el problema, sino también el tipo de respuestas desplegadas por cada sistema social con el fin de mitigar sus efectos o adaptarse a los nuevos escenarios climáticos. El IPCC ha recalcado en uno de sus últimos informes (2014) la importancia de entender e incluir estos factores en la implementación de estrategias para enfrentar los desafíos asociados al cambio climático, pues complejos procesos psicológicos influencian la percepción del problema y el tipo de respuestas desarrolladas en cada sistema social. La inclusión u omisión de estos factores psicológicos y sociales están fuertemente asociadas a la calidad de las respuestas desplegadas y a la eficiencia en el uso de los recursos públicos para enfrentar el problema (Sapiains, 2016).

En Chile, el Gobierno ha definido el cambio climático como una prioridad nacional, y en esta línea, la integración y el desarrollo de los aspectos psicológicos y sociales del problema está en sintonía con el PANCC 2017-2022, donde se prioriza la necesidad de desarrollar una línea base de conocimiento relacionada con la educación y sensibilización en el tema. En este contexto entonces, el conocimiento de la dimensión humana del cambio climático en nuestro país es fundamental, y no solo para el desarrollo de planes de educación en las escuelas y programas de sensibilización para la población en general. Se trata de un conocimiento necesario para mejorar la comunicación del problema y el diseño, para tener una implementación y una evaluación de estrategias más efectivas (Sapiains, 2016).

A fines del año 2015 se efectuó la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente, realizada a personas mayores de dieciocho años, y los resultados indican que el principal problema ambiental que se percibe en el país es la contaminación del aire (33% del total de los encuestados), seguido por la basura en las calles (19%) y la contaminación en general (8%). Por otro lado, el 72% de los encuestados cree que cuidar el medio ambiente estimula el crecimiento económico del país. Con respecto al cambio climático, el 86% está de acuerdo en que tendrá consecuencias concretas en la vida cotidiana y el 82% cree que es el principal desafío ambiental de esta generación (MMA, 2015).

El mismo ejercicio se realizó el año 2016, a través de la Tercera Encuesta Nacional de Medio Ambiente y Cambio Climático, realizada con apoyo del MMA, el Proyecto CONICYT "Integrando el conocimiento psicológico y el estudio de las dinámicas sociales en el abordaje del cambio climático en Chile" y el (CR)[2]. A partir de un análisis preliminar de los resultados, se confirma que en Chile hay consenso respecto de la existencia del problema y sus causas. Es decir, una gran mayoría en Chile considera que el cambio climático sí está ocurriendo y es causado total o parcialmente por la actividad humana.

En segundo lugar, estos resultados evidencian que el cambio climático está asociado a elementos negativos: resalta una elevada preocupación por parte de la población en relación a sus impactos, la percepción de que serán muy graves y están fuera del control de las personas, en un país muy poco preparado y enfrentado a un problema que es solo parcialmente reversible. Estos datos sugieren que tanto la política comunicacional sobre cambio climático como la información a la que las personas tienen acceso a través de diversas fuentes han tenido un impacto en su sensibilización hacia el tema.

Lo anterior se puede relacionar con el hecho de que la mayoría de las personas se sientan muy poco informadas sobre el cambio climático. Es decir, la importancia del problema, la fuerte preocupación y la percepción de escaso control no se sostienen necesariamente en conocimientos sobre el cambio climático. No es claro tampoco que se trate de un problema de falta de comprensión del fenómeno, ni de acceso a la información. Estos resultados sugieren que es necesario repensar el foco de la comunicación del cambio climático, hacia una aproximación que resalte lo que las personas pueden realizar y lo que el país va a hacer para responder satisfactoriamente al problema. En este sentido, un aspecto positivo es que las personas perciben que sus acciones pueden tener un alto impacto en la solución del problema. Es decir, a pesar de la complejidad del fenómeno y de la notoria desinformación, la mayoría de las personas piensa que puede contribuir a enfrentar el cambio climático (Sapiains, 2016).

6. Fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático

En esta sección se describe cómo se están ejecutando algunas actividades de fomento de la capacidad nacional y local vinculada a la acción sobre cambio climático. Se incluye información sobre prioridades nacionales para su creación por parte del Estado, y avances en la creación de capacidades en el sector privado, en las organizaciones no gubernamentales y en las organizaciones comunitarias locales. Es complementaria con otras informaciones ya presentadas en el capítulo, en las que también se enumeran acciones de fomento a la creación de capacidades.

Putre, Macarena Mella.

6.1 Prioridades nacionales para la creación y fomento de capacidades

La creación y el fomento de capacidades sobre cambio climático fue uno de los tres ejes prioritarios de la Estrategia Nacional de Cambio Climático del 2006 (junto a los de mitigación y adaptación). Posteriormente, el PANCC 2008-2012 incluyó un lineamiento general de creación de capacidades para "difundir y crear conciencia en la ciudadanía frente a los problemas ambientales y, en particular, a aquellos derivados del cambio climático, fomentando la educación, sensibilización e investigación en esta temática en Chile". Actualmente, el anteproyecto del PANCC 2017-2022 elimina este eje e incorpora dos nuevos, denominados Medios de Implementación y Gestión del Cambio Climático a Nivel Regional y Comunal. De los nuevos ejes se desprenden tres objetivos que apuntan directamente al fomento de capacidades:

- apoyar la transferencia de tecnología para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático
- crear las capacidades nacionales para la gestión del cambio climático y entregar asistencia técnica
- desarrollar las capacidades en los Gobiernos Regionales y municipales

Las capacidades pueden ser entendidas en el marco de las necesidades, opciones y prioridades que han promovido su creación y fomento. En general, han estado enfocadas a mejorar la difusión, educación e investigación sobre cambio climático, a mejorar la calidad de la información disponible y de las capacidades de observación del clima, junto con desarrollar capacidades institucionales para enfrentar los desafíos de mitigación y adaptación, desarrollar y transferir tecnologías, reforzando la cooperación internacional y estableciendo sinergias entre cambio climático y otros problemas ambientales globales.

6.2 Creación de capacidades en el sector privado

El sector privado ha asumido un rol preponderante en algunas iniciativas a través de alianzas con la comunidad académica y el sector público, para el estudio de las implicancias del cambio climático para el país.

El proyecto "Fortalecimiento de capacidades del cambio global para enfrentar los desafíos del cambio climático en Chile" tiene como socios financiadores, lo que en sí es innovador, a instituciones públicas (Innova-CORFO y el Ministerio del Medio Ambiente) y privadas (la empresa eléctrica Colbún S.A.). Lo ejecutó entre los años 2009 y 2013 el CCG-UC, con el apoyo del Stockholm Environment Institute. Su objetivo fue fortalecer las capacidades del CCG-UC en el desarrollo de análisis integrados y sistemas de apoyo a la toma de decisiones, para la gestión de impactos del cambio global sobre sectores productivos y habilitadores de clusters. El proyecto consideró la investigación en análisis de riesgo, toma de decisiones y representación de incertidumbre en referencia al cambio climático (CCG-UC, 2016).

En el año 2009 se creó el Centro de Líderes Empresariales para el Cambio Climático (CLG-Chile) como resultado de la gestión de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile, la Cámara Chileno-Británica de Comercio y la Embajada Británica. Está conformado por diez empresas socias que integran y generan valor sustentable en sus operaciones aplicando políticas que aseguran bajas emisiones de carbono, siempre con una mirada socialmente responsable e innovadora. Es parte de una alianza que coordina la Universidad de Cambridge con centros similares en todo el mundo. Desde su creación, el CLG-Chile ha implementado actividades y estudios que han apoyado a las empresas del sector privado en la construcción de una visión y estrategia chilena que, junto con enfrentar el cambio climático y tender a una economía sustentable, presente nuevas oportunidades para el desarrollo del país (CLG-Chile, 2016).

Existe también la Plataforma Climática Latinoamericana (PCL), en la que participan 17 organizaciones de la sociedad civil y el sector empresarial de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay. Esta plataforma tiene por principal objetivo y misión generar respuestas al problema del cambio climático desde y para América Latina, contribuyendo en las decisiones políticas, ambientales, sociales y económicas tanto en el sector público como en el privado (PCL, 2016).

Lanzamiento HuellaChile, MMA.

6.3 Creación de capacidades en las organizaciones no gubernamentales (ONG)

Las organizaciones de la sociedad civil han sido fundamentales en el desarrollo de una cultura de sustentabilidad ambiental en Chile. A pesar de la falta de recursos regulares y de mecanismos formales y funcionales de participación de la sociedad civil en la definición de políticas de cambio climático, algunas ONG nacionales han promovido un trabajo sistemático en el tema, alcanzando un nivel que les permite ser un canal válido de información, reflexión y debate sobre cambio climático en el país.

El interés de algunas ONG chilenas en el cambio climático ha ido aumentando en paralelo con el interés internacional y nacional a lo largo de la década, estimulado por el logro del Acuerdo de París de 2015. En 2016, existe un número significativo de organizaciones que despliegan actividades relacionadas con el cambio climático, apoyando en algunos casos en forma importante la creación de capacidades nacionales en la materia. A continuación se presentan algunos de sus aportes.

El Programa Chile Sustentable ha producido desde 2002 una cantidad importante de publicaciones relacionadas con el cambio climático, enfocándose en la promoción de eficiencia energética y de energías renovables no convencionales y en el análisis de la política chilena frente a los recursos hídricos y su sustentabilidad (Chile Sustentable, 2016).

La Fundación Terram también cuenta con especialistas en cambio climático y sustentabilidad, y son activos en la preparación de documentos de análisis y ma-

teriales de difusión. Esta ONG publicó en 2010 una cartilla ciudadana de cambio climático, cuyo objetivo es que los ciudadanos se informen, comprendan y se conviertan en actores de las discusiones y soluciones en distintos niveles. Permanentemente incluye el tema del cambio climático en sus columnas de opinión (TERRAM, 2016).

Fundación Casa de la Paz ha desarrollado la promoción del uso adecuado de la energía, enfocada principalmente en el uso de ERNC y la eficiencia energética. Durante 2009 participó en el programa "Fomento de la eficiencia energética" en la comuna de Lo Espejo. El proyecto contempló la construcción de viviendas sociales equipadas con sistemas y artefactos eficientes energéticamente, con el propósito de instalar un modelo de habitabilidad urbana sustentable e instruir a la comunidad en materia de consumo eficiente y preservación ambiental. En esta línea, durante 2010 ejecutó en la Región de Antofagasta el proyecto "Sierra Gorda: La primera comuna en disminuir su huella de carbono". Mediante la participación organizada de diversos actores locales, comunales y trabajadores de la Minera Spence S.A., esta iniciativa se propuso promover el uso eficiente de la energía a través del uso de artefactos domésticos dependientes de ERNC para su funcionamiento, como los colectores solares para el calentamiento del agua (Fundación Casa de la Paz, 2016).

Adapt-Chile es una organización sin fines de lucro que desde 2013 trabaja buscando y promoviendo respuestas locales frente al cambio climático. Esta institución nace a nivel local con municipios, y se extiende a nivel de gobierno a escala regional y nacional, la academia, el sector privado y otras organizaciones

Niblinto, Johanna Arriagda.

sociales, y a nivel internacional con otros municipios, ciudades, redes de ciudades y agencias multilaterales de cooperación al desarrollo. Uno de sus principales logros es la adjudicación de proyecto "Desarrollo de una certificación de cambio climático para los gobiernos locales en Chile" por parte del Fondo Prosperidad 2014-2015 de la Embajada Británica. El objetivo de este proyecto fue generar herramientas que facilitaran la evaluación de la capacidad de adaptación y la realización de mediciones de huella de carbono, que permitieran visibilizar las principales fuentes de emisiones locales por parte de municipalidades, y así orientar la planificación comunal para incrementar la adaptación y promover el desarrollo bajo en carbono, priorizando acciones concretas para alcanzar estas metas (Adapt-Chile, s.f).

LA ONG Acción por la Tierra se estableció en el país en 1994 como oficina regional para América Latina y el Caribe de EarthAction Network, una red mundial con la misión de promover un mundo más justo, pacífico y sustentable, y que cuenta con más de 2.600 organizaciones en 165 países. Su misión es que mediante la participación ciudadana informada y responsable se contribuya a un desarrollo sostenible, a una mejor gestión de los recursos naturales y a la incorporación de nuevas tecnologías en comunidades locales afectadas por la desertificación, el cambio climático y la contaminación ambiental (Acción por la Tierra, 2016).

6.4 Creación de capacidades en organizaciones comunitarias locales

Las organizaciones comunitarias locales, es decir las organizaciones territoriales y funcionales (Ley N°19.418 de 1995 sobre juntas de vecinos y demás organizaciones comunitarias), tienen como finalidad resolver problemas comunes y como propósito desarrollar de manera participativa una gestión de capaci-

dades que permitan a la comunidad ser parte directa del mejoramiento de su calidad de vida, identificando sus necesidades y abordando sus propios intereses. Dichas organizaciones en forma autodidacta han manifestado su interés y disposición por abordar problemas relacionados con el cambio climático en sus localidades. El financiamiento de actividades de educación y concientización sobre cambio climático proviene en su mayoría de fondos externos, principalmente de organismos multilaterales de cooperación e investigación.

AdaptChile ha impulsado la creación de la primera Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático, institución que ha celebrado dos Foros de Alcaldes, a fines de 2014 y 2015. Por otra parte, con financiamiento del Programa EUROCLIMA, ha desarrollado las Academias de Cambio Climático, programa de apoyo a los gobiernos locales en la planificación y el monitoreo de medidas de adaptación y mitigación, educación y capacitación. De este programa se han beneficiado gobiernos locales no solo de Chile, sino también de Argentina y Uruguay. Estas Academias incluyen dos instancias temáticas de capacitación, la adaptación basada en ecosistemas y las agendas de transición energética.

Sumado a lo anterior, el Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente presentó el proyecto "Curso de capacitación especializado en la gestión del cambio climático para hacedores de política pública a nivel municipal en Chile" a la segunda convocatoria del concurso Capacidades Institucionales del Fondo Newton Picarte, que fue seleccionado y comenzará a diseñarse el segundo semestre de 2016. El curso proveerá metodologías y conocimientos para la elaboración de medidas y planes de adaptación y mitigación al cambio climático, considerando todas las etapas del proceso, desde el diseño de la medida hasta su implementación y evaluación. Con esto se espera aumentar la autonomía de los territorios, entregar herramientas para detectar los problemas específicos y soluciones exitosas y participativas desde el nivel local, mejorando la preparación para enfrentar el cambio climático y aumentando así el bienestar de todas aquellas comunas que están siendo afectadas por el fenómeno.

Por otra parte, desde el punto de vista financiero y del alcance temático, es necesario mencionar el Fondo de Protección Ambiental (FPA), que inicialmente fue administrado por la CONAMA y actualmente lo es por el Ministerio del Medio Ambiente. El FPA fue creado en 1997 a través del artículo V de la Ley 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente, y es el primero y único fondo en Chile que apoya y financia total o parcialmente actividades o proyectos ambientales desarrollados por organizaciones sociales orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. Desde su puesta en marcha se fundamenta como una herramienta de participación ciudadana y educación ambiental para la gestión ambiental. A través de la ejecución de este fondo se busca que las organizaciones sociales se involucren activa y constructivamente en la protección del medio ambiente.

En su operación, el FPA ha asumido nuevos propósitos que responden a la complejidad y diversidad de los problemas ambientales, y a los desafíos globales que se han incorporado a la agenda. Es así como a partir de 2008 el cambio climático y las energías renovables no convencionales se incorporaron como nuevas líneas de financiamiento.

El FPA realiza actividades en diversas líneas temáticas, desde difusión hasta manejo sustentable de recursos. Específicamente, el 2015 su Concurso Gestión Ambiental Local desarrolló la línea temática de cambio climático y descontaminación ambiental, con el objetivo principal de impulsar acciones que contribuyan a la adaptación, mitigación y creación de capacidades para enfrentar los efectos del cambio climático. Este concurso contó con otras dos líneas temáticas, conservación de la biodiversidad y eficiencia energética y energías renovables no convencionales.

Entre los años 2009 y 2016 postularon más de 3.797 proyectos en el área de cambio climático y descontaminación ambiental de los concursos del FPA. Se han seleccionado 492, esto es, aproximadamente el 13%. Además, en 2015 se creó el Concurso de Protección y Gestión Ambiental Indígena, que contó con cuatro líneas temáticas: manejo sustentable y uso eficiente de recursos naturales, gestión de residuos y recuperación de espacios, actividades productivas armónicas con el desarrollo sustentable, y por último, eficiencia energética y energías renovables no convencionales.

7. *Inclusión del cambio climático en otros instrumentos de gestión o en otras políticas públicas*

Lograr que el tema del cambio climático permee las políticas públicas y los instrumentos de gestión que apunten al desarrollo y planificación del país es una idea que se ha ido concretando en los últimos años. Hoy se puede reportar que el tema se ha instalado en los siguientes instrumentos o políticas:

Santiago centro, Macarena Mella.

- **Sistema de Evaluación Ambiental de Proyectos.** La Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), que consideró los diversos ámbitos en que se deben potenciar las facultades del servicio, para dar legitimidad social a los proyectos y fortalecer el marco legal y la certeza, incluyó en su informe final el cambio climático en la definición de procedimientos y contenidos de la evaluación.

- **Política de Responsabilidad Social de Empresas**. En esta política del Ministerio de Economía se consideraron aspectos de cambio climático, particularmente para la generación de capacidades en las empresas.

- **Política Nacional de Desarrollo Rural.** En esta política del Ministerio de Agricultura se han añadido lineamientos que favorezcan la mitigación y la adaptación al cambio climático, como también la generación de capacidades, y el manejo de riesgos de desastres climáticos en el desarrollo rural.

- **Estrategia Nacional de Biodiversidad.** Entre los objetivos de esta estrategia elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente se está incorporando impulsar la adaptación al cambio climático a través de la protección y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, como también de la promoción del uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies. También se apunta al desarrollo de la conciencia, la participación, la información y el conocimiento en materias de biodiversidad y de una institucionalidad robusta, una buena gobernanza y distribución justa y equitativa, que faciliten la adaptación al cambio climático.

- **Política de Ordenamiento Territorial**. En la elaboración de esta política del Ministerio de Vivienda y Urbanismo se está incorporando el tema de cambio climático dentro del eje de medio ambiente.

- **Política y Gestión de Riesgos de Desastres de la ONEMI.**

Bibliografía

ACHEE (2014). Guía de apoyo docente. La eficiencia energética en la escuela, primera edición. Recuperado el 28 de abril de 2016, de www.aprendeconenergia.cl/index.php/recursos-educativos/item/308-guia-de-apoyo-docente-eficiencia-energetica-en-la-escuela-desarrollo-conceptual-ejemplo-de-planificaciones-educacion-basica.

(s.f.a). "Noticias". Recuperado de www.acee.cl/annika-schuttler-jefe-del-proyecto-de-smart-energy-concepts-la-competitividad-del-sector-agroalimentario-se-hace-cada-vez-mas-fundamental-para-chile/

(s.f.b). "Noticias". Recuperado de www.acee.cl/centros-comerciales-y-supermercados-ahorran-energia-equivalente-a-10-anos-de-consumo-de-isla-de-pascua/

Adapt-Chile (s.f.). "¿Qué hacemos?" Recuperado el 21 de abril de 2016, de www.adapt-chile.org/web/hacemos.

Aldunce, P., Araya G., Blanco G., Boisier J., Bozkurt D., Carmona A., et al. (2015). "Informe a la nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro". Recuperado www.uchile.cl/publicaciones/117420/informe-a-la-nacion-la-megasequia-2010-2015

Arriagada, Meckievi S., Moraga P., Vasconi P. (2016). "Contenidos mínimos y lineamientos metodológicos para la evaluación económica y social de una ley de cambio climático para Chile". Recuperado de www.cr2.cl/ley-cambio-climatico.

CCG-UC y (CR)^2 (2016). "Elaboración de una propuesta de capítulo Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático para la Tercera Comunicación Nacional de Chile sobre Cambio Climático ante las Naciones Unidas".

CCG-UC (s.f.). "Fortalecimiento de capacidades para enfrentar los desafíos del cambio climático en Chile". Recuperado de www.cambioglobal.uc.cl/index.php/proyectos/proyectos-en-curso/22-fortalecimiento-de-capacidades-para-enfrentar-los-desafios-del-cambio-climatico-en-chile-.html.

CECS (s.f.). "Acerca del CECs". Recuperado de www.cecs.cl/website/index.php/es/acerca-del-cecs.

CEDEUS (s.f.). "Sobre CEDEUS". Recuperado de www.cedeus.cl/sobre-cedeus.

CEPAL (2014). "Nuevas instituciones para la innovación: Prácticas y experiencias en América Latina". Recuperado de www.cepal.org/publicaciones/xml/5/53045/NuevasInstitucionesparaInnovacion.pdf.

--- (2016). Lista de publicaciones CEPAL con participación chilena. Recuperado de http://www.cepal.org/es/publications/list/?search_fulltext=chile

--- (s.f.). Acerca de la CEPAL. Recuperado de www.cepal.org/es/acerca-de-la-CEPAL

Chile Sustentable (s.f.). "Qué hacemos". Recuperado el 13 de abril de 2016, de www.chilesustentable.net.

Ciclania (s.f.). "Descripción del Proyecto Ciclania". Recuperado de www.ciclania.cl/elproyecto.

CiiCC (s.f.). Centro de Investigación e invocación para el Cambio Climáticode la Universidad Santo Tomás. Recuperado de www.ciicc.cl/

CIDERH (s.f.). "Quiénes somos". Recuperado de www.ciderh.cl/quienes-somos.

CIFES (s.f.). "Tercer concurso para estudios de preinversión de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes de energías renovables no concencionales". Recuperado de http://cifes.gob.cl/financiamiento/todos/tercer-concurso-para-estudios-de-preinversion-de-proyectos-de-generacion-electrica-a-partri-de-fuentes-de-energias-renovables-no-convencionales-ernc.

CIGIDEN (s.f.). "Acerca de CIGIDEN". Recuperado de www.cigiden.cl/acerca-de-cigiden.

CLG-Chile (s.f.). "Quiénes somos". Recuperado de http://ledslac.org/es/quienes-somos.

CNIC (2010) "Agenda de innovación y competitividad 2010-2020". Recuperado de www.cnid.cl/wp-content/uploads/2015/04/Agenda-Innovaci%C3%B3n-2010-20201.pdf.

CNID (2016). "El consejo y su historia". Recuperado de www.cnid.cl/el-consejo-2/

CONICYT (2015). Lista de proyectos relacionados a la temática de cambio climático.

--- (s.f.) "Programas". Recuperado de www.conicyt.cl/pia/sobre-pia/que-es-pia/

CORFO (2006). "Informe final de evaluación programa Todo Chile".

--- (s.f.). Listado de comités. Recuperado de www.corfo.cl/sobre-corfo/estructura-corporativa/comites-corfo.

(CR)^2 (2016a). "Gobernanza del cambio climático en Chile". Recuperado de www.cr2.cl/ley-cambio-climatico.

--- (2016b). "Análisis comparativo de legislación de cambio climático". Recuperado de www.cr2.cl/ley-cambio-climatico.

--- (2016c). "Contenidos mínimos y lineamientos metodológicos para la evaluación económica y social de una ley de cambio climático para Chile".

--- (s.f.). "Acerca del (CR)2". Recuperado de www.cr2.cl/acerca-del-cr2.

Emol (2016). "Cómo sacarle provecho a la información agroclimática disponible". Revista del Campo. Recuperado de www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2016/03/01/Como-sacarle-provecho-a-la-informacion-agroclimatica-disponible.aspx.

Energía (2014). "Nuevo Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES) reemplaza al Centro de Energías Renovables". Obtenido de www.revistaenergia.cl/?p=2688.

EUROCLIMA (2016). "EUROCLIMA: Un programa de cooperación regional". Recuperado de www.euroclima.org/es/euroclima

FIA (s.f.). "¿Quiénes somos?" Recuperado de www.fia.cl/sobre-fia/quienes-somos.

FONTAGRO (s.f.a). "Proyectos de FONTAGRO". Recuperado de http://s1.fontagro.org/proyectos.

--- (s.fb.). Qué es FONTAGRO. Recuperado de www.fontagro.org/que-es-Fontagro

Forest Trends Ecosystem Marketplace (2016). "Raising Ambition State of the Voluntary Carbon Markets 2016". Obtenido de http://forest-trends.org/releases/p/raising_ambition.

Fraunhofer Chile (2014). "Report 2011/2014". Obtenido de www.fraunhofer.cl/content/dam/chile/es/documents/FCR_Report_2011-2014_vf.pdf.

Fundación Casa de la Paz (s.f.). "Educación y acuerdos para la sostenibilidad". Recuperado de www.casadelapaz.cl.

GIZ (2014). "Energías Renovables en Chile. El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé". Recuperado de www.minenergia.cl/archivos_bajar/Estudios/Potencial_ER_en_Chile_AC.pdf

IAI (2016). Lista de proyectos financiados por la IAI en Chile.

--- (s.f.). "Acerca del IAI". Recuperado de www.iai.int/?page_id=1511.

INACH (2016). Lista de proyectos relativos a cambio climático.

--- (s.f.). "Sobre INACH". Recuperado de 2016, de www.inach.cl/inach/?page_id=2.

INAPI (s.f.). Acerca de INAPI. Recuperado de www.inapi.cl/portal/institucional/600/w3-propertyname-511.html

INFOP (2016) "Abate Molina de IFP desarrolla Crucero Oceanográfico Internacional". Recuperado de www.ifop.cl/abate-molina-de-ifop-desarrolla-crucero-oceanografico-internacional/

Khor, M. (2012). "¿Qué relación hay entre el cambio climático, la transferencia de tecnología y

los derechos de propiedad intelectual y cuál es el estado actual de las negociaciones al respecto?". Recuperado de www.southcentre.int/wp-content/uploads/2013/08/RP-45_Climate-Change-Technology-and-IP_ES.pdf.

Laborelec Chile(s.f.). Laborelec Chile SPA, Recuperado de www.laborelec.be/ENG/contact/office-chile/laborelec-office-chile-spa-spanish/

Ministerio de Agricultura (MINAGRI) (s.f.). Red Agroclimática Nacional RAN. Recuperado de http://dgir.minagri.gob.cl/red-agroclimatica-nacional/

Ministerio de Economía (MINECON) (2012). "Balance de gestión integral año 2012". Recuperado de www.dipres.gob.cl/595/articles-103966_doc_pdf.pdf.

--- Organigrama del Sistema Nacional de Innovación. Recuperado de www.economia.gob.cl/subsecretarias/economia/innovacion/sistema-nacional-de-innovacion.

Ministerio de Educación. Currículum en línea "Recursos para el aprendizaje". Recuperado de www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-propertyvalue-57090.html.

Ministerio de Energía (s.f.). "Energía 2.0, Energías renovables". Recuperado de www.energia.gob.cl/energias-renovables.

MMA (2014). "Primer informe bienal de actualización de chile Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

--- (2015a). "Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012". Obtenido de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Evaluacion-PANCC-2008-2012-Fase-I-Licitacion_conAnexos.pdf.

--- (2015a). Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/segunda-encuesta-nacional-de-medio-ambiente.

--- (2015c). Lista de proyectos de investigación en Cambio Climático.

--- (2016). "Resultados postulación 2016: Más de 200 proyectos serán beneficiados por los Fondos de Protección Ambiental". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/resultados-postulacion-2015-mas-de-200-proyectos-seran-beneficiados-por-los-fondos-de-proteccion-ambiental.

--- (s.f.a). "Con éxito se realiza una nueva versión de Seminario Habla Educador". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/con-exito-se-realiza-una-nueva-version-del-seminario-habla-educador/

--- (s.f.b). Descripción del Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Recuperado de http://educacion.mma.gob.cl/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal.

--- (s.f.c). Descripción del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales. Recuperado de http://educacion.mma.gob.cl/sistema-nacional-de-certificacion-ambiental-de-establecimientos-educacionales.

--- (s.f.d). "Educación y sensibilización". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/educacion-y-sensibilizacion.

--- (s.f.e). "Ministro Pablo Badenier lanza Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann". Recuperado de http://portal.mma.gob.cl/ministro-pablo-badenier-lanza-academia-de-formacion-ambiental-adriana-hoffmann.

--- (s.f.e). Oficio ordinario 153617, "Informa acciones de la subsecretaria del Medio Ambiente sobre fortalecimiento de la educación pública durante el primer semestres 2015". Recuperado de www.senado.cl/site/presupuesto/2015/cumplimiento/Protocolo%202015/ORD.%20153617%20Medio%20Ambiente%20Protocolo%2031%20ago%202015.pdf.

--- (s.f.f.) Preguntas frecuentes. Aspectos generales del Fondo de Protección Ambiental. Recuperado de http://fpa-prueba.mma.gob.cl/faq/aspectos_generales.php.

--- (s.f.g). Proyectos que cuentan con carta de aprobación nacional entregada por la Autoridad Nacional Designada del MDL. Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/w3-article-44977.html.

Metz B., Davidson O., Banuri T., Barker T., Bashmakov I., Blok K., et al. (2001). "Tercer Informe de Evaluación Cambio climático – Mitigación". Recuperado de www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/spanish/wg3-summaries.pdf

Moraga y Araya (2016). "Gobernanza del cambio climático en Chile". Recuperado de www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/08/Gobernanza_CC-1.pdf

Moraga y Meckievi (2016). "Análisis comparativo de legislación de cambio climático". Recuperado de www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/08/Derecho_comparado.pdf

Ockwell, D., Watson, J., MacKerron, G., Pal, P., Yaim, F.., Vasudeva, N., y Mohanty, P. (2007). *UK-India collaboration to identify the barriers to the transfer of low carbon energy technology - Final Report*. SPRU University of Sussex, TERI and IDS.

PCL (Plataforma Climática Latinoamericana) (s.f.). "¿Qué es la PCL?" Recuperado de http://intercambioclimatico.com/es/que-es-la-pcl.html.

RIOCC (Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático) (s.f.). "Antecedentes y objetivos". Recuperado de www.lariocc.es/es/quienes-somos/antecedentes-objetivos/default.aspx

Rojas (2012). "Estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global" CR_2.

Sapiains, R., Ugarte, A., y Rdz-Navarro, K. (2016). "Encuesta nacional de medio ambiente y cambio climático 2016". Informe Preliminar.

SERC-Chile (s.f.). "Nuestra historia". Recuperado de http://serc.cl/historia.

SHOA (s.f.). Información histórica del SHOA. Recuperado de www.shoa.mil.cl/quienes-somos/resena-historica.simfruit (2016). Noticia "Presentan estudio que ayudará a mejorar la Red Agroclimática Nacional (RAN)". Recuperado de www.simfruit.cl/noticias-destacadas/1761-presentan-estudio-que-ayudara-a-mejorar-la-red-agroclimatica-nacional-ran-en-beneficio-del-sector-agricola-nacional.html.

Subsecretaría de Pesca (s.f.). "Chile se prepara para enfrentar los efectos del cambio climático en pesca y acuicultura". Recuperado de www.subpesca.cl/prensa/601/w3-article-87548.html.

SustentaRSE (2013). "Plataforma Climática Latinoamericana (PCL) formula recomendaciones para fortalecer política pública en cambio climático". Recuperado de http://sustentarse.cl/plataforma_climatica_latinoamericana_pcl_formula_recomendaciones_para_fortalecer_politica_publica_en_cambio_climatico/2013/05/12/noticia-134.html

Terram (s.f.). "¿Quiénes somos?" Recuperado de www.terram.cl.

UC Davis Chile (s.f), "Nuestros focos de Acción / Adaptación a cambio climático". Recuperado de www.ucdavischile.org/es/climate.

RN Lago Jeinemeni, CONAF.

6

Necesidades y apoyo recibido en materia de cambio climático

1. Introducción

Como se expuso en el capítulo "Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático", Chile es un país vulnerable al cambio climático y se prevé que este fenómeno impactará de manera importante en los recursos y ecosistemas, particularmente en los recursos hídricos, la biodiversidad, el sector agrícola y ganadero, y la pesca y acuicultura. Además, se espera que aumente la frecuencia e intensidad de los desastres naturales y de eventos hidrometeorológicos extremos, tales como sequías, lluvias extremas, inundaciones, marejadas y otros. Si Chile no se adapta a estas nuevas condiciones, las pérdidas económicas y sociales para el país podrían ser significativas.

Archivo MMA.

Aunque la adaptación es un tema prioritario para el país, Chile mantiene una postura proactiva para asumir compromisos de reducción de emisiones de GEI, como ha quedado de manifiesto en el NDC, presentado en 2015 ante la CMNUCC.

Las necesidades de financiamiento, capacidad y tecnología, que se manifiestan en los distintos ámbitos del cambio climático (mitigación, adaptación, reportes, inventario, negociación internacional) aumentan la vulnerabilidad del país, ya que constantemente se debe superar obstáculos y brechas en la elaboración e implementación de políticas de cambio climático, las que, en un país en desarrollo como Chile, entran a competir con otras prioridades nacionales, como lo son la salud, la educación y el trabajo. En este contexto, la incorporación del cambio climático en las políticas y programas existentes de las instituciones públicas, constituye una forma inteligente y eficiente de obtener resultados positivos en la materia, aportando al desarrollo bajo en carbono y a una sociedad más resiliente.

Las principales brechas que enfrenta el país se relacionan con la falta de una institucionalidad adecuada y de una estrategia de financiamiento. Actualmente, ambos temas se abordan en virtud de las voluntades de los sectores, mediante procesos poco eficientes y con un desgaste de los recursos humanos disponibles. Se advierte la necesidad de contar con un marco legal de carácter permanente, que establezca las responsabilidades y competencias de los actores involucrados, para un desarrollo óptimo del país en temas de cambio climático, que facilite el cumplimiento de los compromisos asumidos en su INDC.

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, ya sea a través de recursos financieros,

de la creación de capacidad y asistencia técnica, o de la transferencia de tecnología.

Para facilitar la lectura, la información se separa en cinco ámbitos (alcances) dependiendo del tipo de apoyo recibido y las necesidades requeridas, ya sea que se trate de recursos financieros, de creación de capacidad y asistencia técnica, o de transferencia de tecnología:

- **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 nacionalmente determinadas (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 a 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 posible oportunidades derivadas de los cambios provocados por este fenómeno. Las actividades deberán orientarse a generar resultados visibles y tangibles en la práctica mediante la reducción de la vulnerabilidad e incrementando la resiliencia de los sistemas humanos y naturales para responder a los impactos del cambio climático.

- **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 al apoyo recibido con el objeto de robustecer las capacidades nacionales frente a la negociación multilateral de cambio climático.

Además, con el propósito de reportar la información solicitada, Chile entenderá los conceptos de recursos financieros, creación de capacidad y asistencia técnica, y transferencia de tecnología de la manera siguiente:

- **Recursos financieros (o apoyo financiero):** Se refiere a la movilización de fondos que pueden provenir desde fuentes de financiamiento públicas, privadas o alternativas (UNFCCC, 2014).

- **Creación de capacidad y asistencia técnica:** Se entiende como un proceso que trata de aumentar/mejorar la capacidad de los individuos, organizaciones e instituciones en los países en desarrollo y en países con economías en transición, en cuanto a identificar, planificar e implementar formas de mitigar y adaptarse al cambio climático. Este proceso toma lugar 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 (UNFCCC, 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 el proceso que abarca la difusión de tecnologías –hardware y software- y cooperación tecnológica a través y dentro de los países (IPCC, 2014).

2. *Necesidades, brechas y barreras*

El desarrollo de institucionalidad y la generación de capacidades relacionadas con el cambio climático en Chile han mostrado un avance sustancial en los últimos años, sin embargo 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 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 quince 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, ya que el ETICC se ha enfocado en todos los ámbitos, participando de la preparación del INDC presentado a la CMNUCC en 2015, del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, actualmente en elaboración, del Informe Bienal de Actualización (IBA) y de la presente Comunicación Nacional.

Internacional.

Sin perjuicio de estos avances, el país tiene una necesidad urgente de desarrollar y fortalecer su institucionalidad en temas de cambio climático tanto en el nivel nacional como regional y local, y de elaborar normativa que apoye la construcción de esta institucionalidad, ya que actualmente se trabaja en torno a las voluntades de los sectores, los que no cuentan con los recursos humanos ni financieros suficientes para responder a la creciente demanda de aspectos asociados al cambio climático.

Respecto de las necesidades financieras, como Chile se clasifica entre los países de ingreso alto según el Banco Mundial[1] y con un índice de desarrollo humano (IDH) muy alto según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD),[2] cada vez le será más difícil el acceso a fondos internacionales. Chile ha continuado realizando estudios para identificar y fortalecer aspectos técnicos de su respuesta climática, sus sistemas de información

1 http://datos.bancomundial.org/pais/chile
2 http://hdr.undp.org/en/content/table-1-human-development-index-and-its-components. Más información en la sección 5. Oportunidades para la adaptación.

y robustecer su institucionalidad climática, de manera de atraer a donantes e inversionistas. Adicionalmente, en el contexto de su NDC, Chile se ha comprometido a una disminución mayor de sus emisiones, sujeto al apoyo financiero internacional.

Una barrera que enfrenta el sector público para ejecutar recursos financieros internacionales, es que no se pueden recibir en forma directa en el presupuesto corriente anual, ya que la Ley de Presupuesto no contempla este mecanismo. Otra barrera transversal es la dificultad de algunos servicios públicos para destinar recursos financieros a materias de cambio climático dentro de su presupuesto corriente anual porque este ámbito no está explícitamente definido en su Ley Orgánica.

Para el presente capítulo se levantó información referente a las necesidades, brechas y barreras relacionadas con el cambio climático en un proceso dividido en tres etapas: i) se envió una encuesta formal a las instituciones públicas que componen el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) solicitando información respecto de necesidades, brechas y barreras que se identifican por parte del sector; ii) 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; y iii) se realizaron algunas reuniones bilaterales para validar la información recopilada y realizar un análisis de necesidades adicionales, sus brechas y barreras.

2.1. Necesidades, brechas y barreras de financiamiento, y creación de capacidad y asistencia técnica

A continuación se presentan las principales necesidades, brechas y barreras, en cuanto a recursos financieros y creación de capacidad y asistencia técnica, para los ámbitos de inventario, adaptación, mitigación, reporte y negociación internacional.

2.1.1 Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI)

En el ámbito del INGEI se desarrollaron acciones dirigidas a sistematizar 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.

En lo relativo a las emisiones y absorciones de GEI de Chile, el país ha trabajado metódicamente desde la preparación de su 2ª CN para operar su Sistema Nacional de Inventarios de GEI (SNICHILE). Como tal, ha existido una línea de trabajo permanente en los ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, en donde se ha dotado de personal, recursos técnicos y financieros básicos.

El SNICHILE no solamente permite preparar y coordinar el INGEI de Chile, sino que también busca progresar de manera sistemática en aspectos técnicos como el mejoramiento continuo de la calidad de las estimaciones de GEI, la calidad de los datos utilizados, la elaboración de factores de emisión país específico de las categorías principales, el control y garantía de la calidad, el desarrollo de manuales para la aplicación de temas transversales (incertidumbre, categorías principales, documentación y archivo, entre otros), y la creación y mantención de capacidades técnicas adecuadas. Para más detalles del SNICHILE, ver el capítulo 2, "Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie 1990-2013".

Jorge Herreros.

Durante 2015-2016, el SNICHILE se financió con fondos provenientes del presupuesto nacional del Gobierno de Chile y de proyectos internacionales como LECB-Chile y el Informe Bienal de Actualización.

Los líderes de los equipos técnicos de SNICHILE son profesionales estables del Gobierno de Chile, financiados con presupuesto nacional. Por su parte, los profesionales encargados de las tareas cotidianas de elaboración de los INGEI de Chile se financiaron de forma mixta, pues algunos de ellos son funcionarios públicos, mientras que otros son consultores externos contratados específicamente para la elaboración del INGEI de Chile. En los últimos años varios de los equipos técnicos han contratado de forma permanente a sus consultores externos o han incorporado al perfil de cargo de sus profesionales la función de elaborar inventarios de GEI.

Como una manera de contribuir a la elaboración del INGEI de Chile se ha hecho un esfuerzo por mejorar las estadísticas del país, financiadas principalmente con fondos nacionales. Además, tanto los profesionales permanentes como los consultores externos han trabajado en conjunto para desarrollar nuevos factores de emisión país específico. En esta línea destaca la labor de los investigadores del Equipo Técnico de AFOLU que, junto con la academia y gracias a fuentes de financiamiento internacional, han avanzado notablemente en esta materia.

Se espera que el SNICHILE cuente con suficientes profesionales capacitados y de tiempo completo, contratados por el Estado, de modo que se conformen como equipos técnicos estables que garanticen la sostenibilidad del sistema y la calidad de las estimaciones de GEI. Además, se espera aumentar la cantidad de factores de emisión país específico para reflejar de forma más exacta las emisiones y absorciones de GEI, particularmente en las categorías principales identificadas en el INGEI de Chile.

FICH.

Durante 2015-2016, la capacidad técnica del SNICHILE mejoró notablemente gracias a la experiencia adquirida en la elaboración del anterior INGEI de Chile, que fue presentado en el Primer Informe Bienal de Actualización (IBA). Además, contribuyó el hecho de que la creación y mantención de capacidades es una línea de acción permanente del SNICHILE.

A julio de 2016, se cuenta con siete profesionales cualificados como revisores expertos de INGEI de las Partes anexo I de la Convención. Estos profesionales aportaron sus conocimientos específicos en diferentes etapas del proceso de INGEI de Chile, con lo que colaboraron en el aseguramiento de su calidad.

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, lo que sin lugar a dudas ha incrementado la capacidad de los equipos técnicos.

Por último, se requiere robustecer las capacidades de los profesionales del SNICHILE que son investigadores, con el objetivo de fomentar la investigación científica en materia de INGEI y desarrollar factores de emisión país específico que incrementen la exactitud de las estimaciones del INGEI de Chile

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 del INGEI de Chile

Área de necesidades	Necesidad	Brecha	Barrera
Recursos financieros	Aumentar el financiamiento nacional para la contratación de nuevos profesionales permanentes y competentes en los diferentes equipos técnicos del SNICHILE. Además, se requiere de un financiamiento permanente para la investigación científica y desarrollo de factores de emisión país específico, especialmente en los sectores de Energía y AFOLU. Además de lo anterior, y ante la poca factibilidad a corto plazo de la implementación de un financiamiento nacional suficiente, se requiere apoyo financiero desde fuentes externas como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, las Partes incluidas en el anexo II de la Convención y otras Partes que son países desarrollados, el Fondo Verde para el Clima y otras instituciones multilaterales para actividades relacionadas con el cambio climático.	En cuanto a los profesionales, aún existe un déficit de profesionales permanentes y competentes en los equipos técnicos debido a la rotación inherente al trabajo en los organismos del Estado y a la contratación de consultores externos que se van de los equipos al terminar su prestación de servicio. Esto ocurre transversalmente en todos los equipos técnicos del SNICHILE. En cuanto a la información necesaria, aún existen importantes brechas en la información estadística, especialmente en el sector Residuos. Por otro lado, es prioritario avanzar en el desarrollo de factores de emisión país específico para los sectores de Energía y AFOLU, ya que ambos son los más importantes dentro del INGEI de Chile.	Salvo en el MMA, la preparación del INGEI de Chile tiene poca relevancia dentro de las prioridades políticas y técnicas de los ministerios participantes en el SNICHILE, lo que repercute en la falta de un presupuesto adecuado para financiar la contratación de personal permanente y financiamiento de la investigación científica necesaria para el desarrollo de factores de emisión país específico. Esto también incluye la disposición de recursos financieros para capacitación de los profesionales permanentes del SNICHILE. Además de lo anterior, se ha generado una importante barrera relacionada con la administración de los fondos internacionales provenientes del Banco Mundial para la elaboración del Informe Bienal de Actualización de Chile, que se ha manifestado en el atraso e imposibilidad de ejecución de los fondos destinados al INGEI de Chile, lo que ha impedido el cumplimiento de parte plan de trabajo del SNICHILE.
Creación de capacidad y asistencia técnica	Incrementar las capacidades técnicas de los profesionales del SNICHILE mediante cursos presenciales, cursos en línea, talleres, seminarios o intercambio de experiencias con expertos internacionales. Incrementar y fomentar la investigación científica en materia de desarrollo de factores de emisión país específico, especialmente para los sectores de Energía y AFOLU. Se requiere el apoyo técnico de las Partes incluidas en el anexo I de la Convención que presentan circunstancias nacionales similares a las chilenas, 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.	Aún existen brechas en las capacidades técnicas de los profesionales que forman parte de los equipos técnicos del SNICHILE, especialmente en la implementación e interpretación de las *Directrices del IPCC* de 2006 y el desarrollo de factores de emisión país específico. Esto se debe 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, generando una sobrecarga laboral que se traduce en que cada profesional debe priorizar sus tiempos de trabajo, dejando de lado la posibilidad de capacitarse a sí mismos en materia de los INGEI. • Reducido número de expertos en materia de 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 las 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 de capacidades. Limitado interés, en la comunidad científica y la academia, en investigación que permita el desarrollo de factores de emisión país específico.

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Archivo MMA.

2.1.2. Adaptación

La línea de trabajo constante del Departamento de Cambio Climático (DCC) en temas de adaptación permitió la elaboración del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en 2014, y de los planes sectoriales específicos para los sectores Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, y Salud (2013, 2014, 2015 y 2016, respectivamente). Como se indicó en el capítulo "Vulnerabilidad y adaptación" de la presente CN, otros cinco planes sectoriales de adaptación se encuentran en distintas etapas de desarrollo, que se enfocarán en los sectores de Infraestructura (2017), Ciudades (2017), Recursos Hídricos (2018), Energía (2018) y Turismo (2018).

Elaborar estas políticas ha sido posible gracias a la participación activa de los ministerios sectoriales, que han liderado sus procesos de adaptación. En conjunto se han identificado las vulnerabilidades y líneas de acción para enfrentar los impactos del cambio climático, todo coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente. Actualmente, en el DCC del MMA tres profesionales trabajan permanentemente en temas de adaptación; dos de ellos contratados por el MMA y uno financiado por la República Federal de Alemania y el MMA.

Se financiaron con fondos nacionales y con fondos del proyecto TCN algunos estudios de vulnerabilidad y consultorías para implementar acciones del Plan Nacional de Adaptación, con el fin de identificar vulnerabilidades adicionales, así como de apoyar la implementación de los planes de adaptación vigentes. Se encuentran en desarrollo tres proyectos[3] —financiados con fondos internacionales— para implementar acciones específicas en los planes sectoriales Silvoagropecuario, Biodiversidad, y Pesca y Acuicultura.

Entre los proyectos destacan también iniciativas externas a la institución pública. Así, para la adaptación en cuencas se cuenta con el proyecto FONDEF "Sistema de soporte a la toma de decisiones para reducir la vulnerabilidad frente a variabilidad y cambio climático en agricultura de riego" y con el proyecto MAPA "Plan de Adaptación para la cuenca del Maipo" (CCG-UC).

Para que la adaptación sea eficiente es sumamente relevante la correcta articulación entre las políticas nacionales y sectoriales en relación con las políticas de desarrollo de los gobiernos locales. Por este motivo, en el PAN se propuso la creación del ETICC y de los CORECC. El primero se encuentra en pleno funcionamiento y emitió el primer documento oficial a fines de 2015, el Primer Reporte del PAN. Los CORECC se están comenzando a implementar de manera gradual, puesto que hoy en día la capacidad de las regiones del país de desarrollar acciones de adaptación y de implementar planes de adaptación es mínima, al igual que la coordinación en los territorios de las distintas políticas que les afectan (cambio climático, riesgos de desastres, planificación territorial).

El MMA cuenta con el Programa Permanente de Certificación Ambiental Municipal y con el Programa Permanente de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales, en los cuales poco a poco se están

[3] *Más información en la sección 5. Oportunidades para la adaptación.*

incorporando aspectos relativos a la adaptación al cambio climático.

Respecto de la investigación científica, actualmente algunas universidades y centros de investigación y dos centros de excelencia en Santiago trabajan en temas de adaptación al cambio climático.

Se ha desarrollado un trabajo colaborativo intersectorial para integrar los temas de adaptación al cambio climático y la reducción de riesgos de desastres, específicamente con la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI). Esta área de trabajo está tomando cada vez mayor relevancia en la agenda nacional.

Las necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la adaptación se resumen en la Tabla 6-2.

Abuelas ecológicas.

Tabla 6-2. Resumen de las necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la adaptación

Área de necesidades	Necesidad	Brecha	Barrera
Recursos financieros	Se requiere aumentar los recursos financieros para dotación de personal permanente de tiempo completo, que trabaje en temas de adaptación al cambio climático en las instituciones pertenecientes al ETICC e instituciones regionales y locales, considerando los crecientes requerimientos.	Falta de presupuesto permanente del sector público, a nivel de ministerios, gobiernos regionales y locales, para la contratación de personal específico para trabajar los temas de cambio climático y la implementación de medidas de adaptación en el país.	No se ha dado la relevancia necesaria a la adaptación al cambio climático dentro de las prioridades de financiamiento de los ministerios y gobiernos regionales y locales. Falta de alineación y acuerdo para aumentar el gasto público en temas que ya están priorizados.
	Se requiere financiamiento permanente en el MMA y en cada uno de los ministerios sectoriales que han sido priorizados para la adaptación, para el desarrollo y actualización de estudios de vulnerabilidad y la implementación de medidas de los planes. Se requiere apoyo financiero internacional para la implementación de las medidas del Plan Nacional de Adaptación y para la adecuada implementación de los planes sectoriales aprobados.	Falta de financiamiento para la generación de estudios e implementación de medidas que ya han sido aprobadas en los planes.	Se carece de herramientas normativas para dirigir el financiamiento a las necesidades específicas en adaptación al cambio climático.
	Se requiere financiamiento permanente para investigación e iniciativas de la academia y para dar continuidad a proyectos.	Falta de presupuesto permanente para investigación en la línea de adaptación al cambio climático. Falta de presupuesto para la implementación de proyectos de eficiencia hídrica y energética promovidos por la academia.	Otras prioridades del país para dirigir los recursos. Carencia de mecanismos efectivos para dirigir los recursos públicos de investigación científica hacia las materias de interés de las instituciones públicas.

Área de necesidades	Necesidad	Brecha	Barrera
Recursos financieros	Financiamiento para mejorar y ampliar el monitoreo de variables climáticas y ambientales: datos oceanográficos, caudales de ríos, extensión de hielos, glaciares, monitoreo de humedales altoandinos.	Falta robustecer la coordinación y aunar criterios entre los distintos organismos encargados del monitoreo y financiamiento para la mejora de los sistemas de monitoreo de las distintas variables.	Existe coordinación entre organismos públicos en virtud de las voluntades de las instituciones, sin existir una exigencia normativa respecto de las competencias de cada institución.
Creación de capacidad y asistencia técnica	Personal capacitado en todos los ministerios públicos a nivel nacional y regional. Personal capacitado en los gobiernos regionales y municipalidades, respecto de temas relativos a la adaptación y el riesgo. Mejorar la inclusión de los actores locales en el proceso completo de las medidas, desde su diseño hasta su monitoreo, la consideración de sus implicancias ambientales y la coordinación con otras políticas y proyectos.	Falta una institucionalidad robusta y adecuada de cambio climático en los ministerios sectoriales, y en los gobiernos locales y municipios. Falta de convenios o alianzas estratégicas entre los distintos organismos sectoriales, que permita el desarrollo de iniciativas en conjunto.	No se ha dado la relevancia necesaria a la adaptación dentro de las prioridades de trabajo de los ministerios y gobiernos regionales y locales. Voluntad política intermitente dependiendo del interés para desarrollar el tema de adaptación.
	Investigadores y academia especializada en vulnerabilidad y adaptación; generación de escenarios climáticos actualizados obtenidos de modelos regionales. Investigación permanente y de excelencia en los temas de adaptación al cambio climático, con mirada tanto nacional como territorial, tanto en la Región Metropolitana, como en otras regiones del país, que considere las particularidades de cada territorio y que entregue respuesta a los problemas locales en adaptación.	Existe un número limitado de expertos y otros recursos humanos capacitados en los temas de adaptación al cambio climático en el gobierno nacional, a nivel central y regional.	Limitado interés de la comunidad científica nacional en desarrollar investigación y proyectos en temas de adaptación al cambio climático.
	Desarrollo de conocimiento y capacidades respecto de los Fondos internacionales de apoyo existentes, sus exigencias, cobertura, formatos de presentación y otros aspectos específicos para postular a cada uno de ellos.	Falta conocimiento y capacidad en el sector público nacional, regional y local para la elaboración de proyectos y su presentación ante fondos específicos y entidades financieras. Falta de información respecto de los fondos existentes y sus características. Escasez de consultores expertos en presentar proyectos a fondos internacionales específicos.	Difusión mínima o nula de los diversos fondos existentes por parte de las instituciones que los conocen.

Archivo MMA.

Área de necesidades	Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidad y asistencia técnica	Generación de capacidades en desarrollo de metodologías y herramientas para la evaluación de costos y beneficios y priorización de opciones de adaptación, en personal de las instituciones públicas nacionales y locales.	Falta de personal capacitado en las instituciones públicas y/o de profesionales de la academia especializados para abarcar temas específicos relativos a la adaptación al cambio climático (por ejemplo indicadores, seguimiento, reporte, soluciones tecnológicas). Falta mayor coordinación interinstitucional para el desarrollo de dichos temas.	Información limitada de base para desarrollar estudios de impactos del cambio climático en los distintos sectores.
	Desarrollo de capacidades y asistencia en la identificación y creación de indicadores de proceso y eficacia de la adaptación al cambio climático.		
	Capacidades para desarrollar sistemas de reporte, seguimiento y actualización en adaptación al cambio climático y desarrollo de capacidades de los profesionales de los ministerios sectoriales, miembros del ETICC, e instituciones del nivel regional y local, respecto del reporte de acciones y medidas de adaptación al cambio climático.		
	Generación de modelos más precisos que permitan realizar modelaciones futuras, por ejemplo, identificando los efectos del aumento de la temperatura sobre la sublimación de nieves en la zona norte del país, o para entender la influencia de glaciares rocosos sobre el régimen de escorrentía de los ríos.		
	Conocimientos para el análisis de la incorporación de cambio climático en el desarrollo de infraestructura portuaria y de borde costero considerando el futuro clima de oleaje.		
	Aumento de conocimientos y capacidad para la implementación de proyectos de adaptación basada en ecosistemas (AbE) y reducción del riesgo de desastres basado en ecosistemas (Eco-RRD).	Falta de conocimientos sobre la AbE y Eco-RRD y técnicas que permitan la implementación de este tipo de proyectos.	Desconfianza respecto de las posibilidades y resultados de estas soluciones, por falta de conocimiento sobre el tema.
	Fortalecer la coordinación de los temas de: adaptación al cambio climático, gestión de riesgos de desastres y planificación territorial, a través de la coordinación efectiva entre los planes de desarrollo, que integren objetivos para el desarrollo sostenible y las políticas señaladas. Actualmente estos temas se están trabajando a través de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial.	Falta fortalecer la visión transversal integrada que conjugue los problemas del territorio y permita tener una estrategia de desarrollo que esté acorde con los impactos del cambio climático y las particularidades de cada región y comuna específica y trabajar en una mayor coordinación a nivel de Gobierno Regional, SEREMIS de ministerios sectoriales y municipios.	Facultades legales limitadas respecto de las exigencias en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial.
	Desarrollar capacidades en todos los municipios del país, respecto de la adaptación al cambio climático, y de los impactos propios y locales de cada territorio. Desarrollar planes de adaptación locales en los municipios.	Falta conocimiento a nivel local del cambio climático y sus impactos. Falta personal capacitado a nivel local en estas materias.	Los municipios son entidades independientes y el desarrollo e implementación de acciones queda dependiente de la voluntad de la administración en curso.

Área de necesidades	Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidad y asistencia técnica	Desarrollo de alianzas estratégicas y compromisos del sector privado para la implementación de medidas de adaptación.	Falta mayor involucramiento del sector privado y conciencia de cómo les afectará el cambio climático.	Parte del sector privado no le ha dado relevancia al tema o piensa que este no le afectará.
	Desarrollar contenidos de adaptación al cambio climático e incorporarlos a las materias de todos los niveles educacionales que maneja el MINEDUC. Difusión de la temática de adaptación al cambio climático entre los niños, jóvenes y la sociedad en general. Desarrollo de capacidades en adaptación al cambio climático dirigido a profesores de distintos niveles. Incorporación de temas de adaptación al cambio climático en carreras de post grado.	Falta de conocimiento y capacidad en diversos niveles de la sociedad (educación formal, profesionales de la educación, ciudadanía en general) relacionados a los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático.	La capacitación permanente de docentes y profesionales de las instituciones públicas no es obligatoria.

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

2.1.3. Mitigación

Chile ha avanzado en la elaboración de políticas sectoriales sólidas que apuntan a un desarrollo bajo en carbono. Sin embargo, dicho esfuerzo es insuficiente si se consideran los compromisos adquiridos internacionalmente, pues para su cumplimiento es necesario hacer un esfuerzo adicional, que esté respaldado internacionalmente. En este sentido, la identificación de necesidades y la definición de brechas y barreras para implementar acciones de mitigación es de particular importancia para el cumplimiento del compromiso voluntario de reducción de emisiones de GEI al año 2020 y para la instalación de una base sólida en el proceso de implementación del NDC y sus futuras actualizaciones.

Centro de reciclaje, Romina Chiappe.

Para Chile es prioritario avanzar en los sistemas de gestión de la información, especialmente de aquella relacionada con el diseño e implementación de NAMA. Hoy el país está robusteciendo los arreglos institucionales para que estén al servicio del desarrollo de las NAMA existentes y futuras, de mejorar la coordinación y sinergias entre sectores, y de crear herramientas comunes para poder entender y sistematizar la información sobre reducciones.

Se han hecho esfuerzos por fortalecer los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) mediante el desarrollo de guías de MRV para Chile. Es prioritario que todas las instituciones que implementan acciones con un potencial de reducción de emisiones de GEI levanten información adecuada para hacer un correcto seguimiento a dichas acciones.

Actualmente cinco NAMA están inscritas en el NAMA Registry y buscando apoyo para implementarse. NAMA CER posee financiamiento aprobado a través del fondo NAMA Facility. Se han recibido recursos financieros para estudios preparatorios y de diseño para distintas NAMA, algunas de ellas en

carpeta o en distintos estados de desarrollo, para las que parte del financiamiento proviene de fondos nacionales.

En relación con la generación de capacidades, se han efectuado capacitaciones enfocadas a NAMA y MRV en el marco de proyectos internacionales, y se cuenta con la Plataforma RETC (Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes) del MMA y con el Programa HuellaChile.

Particular importancia en estos momentos reviste el desarrollo de capacidades locales en temas de mitigación. Es urgente fortalecer la gestión de los Gobiernos Regionales y de los municipios, además de aumentar su capacidad para la implementación de NAMA y otras medidas de mitigación, y para el correcto seguimiento y medición de sus resultados.

La nueva Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, anunciada por la Presidenta Bachelet en mayo de 2016, espera establecer nuevos vínculos con el sector privado, lo que permitirá generar oportunidades de proyectos y acciones de mitigación.

Algunos de los proyectos y estrategias que se pueden listar para completar el panorama de la situación actual de la mitigación en Chile, que ya se mencionaron en el capítulo de Mitigación de este reporte, son el Proyecto GEF Manejo Sustentable de la Tierra para generar un sistema de pago por servicios ambientales (manejo sustentable, secuestro de carbono) a partir de la optimización de los instrumentos de la agricultura y una implementación más adecuada de los mismos; la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de la Conaf; la Política Energética 2050 del Ministerio de Energía, sometida a Evaluación Ambiental Estratégica, cuya meta a largo plazo contiene lineamientos y compromisos respecto de reducción de GEI, seguimiento con indicadores y entrega un marco de desarrollo energético nacional; la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, del MINVU, que define objetivos y metas de mediano plazo, y que busca reducir las emisiones de GEI en viviendas; el Proyecto MAPS fases 1 y 2, que permitió generar capacidades sectoriales en materias de cambio climático y definió medidas de mitigación para diversos sectores; la implementación y certificación del Sistema de Gestión de Energía (SGE), de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, para incorporar en el país del tema de la eficiencia energética de forma sistemática, y el informe anual de consumo de energía y el reporte anual de emisiones de GEI de la minería del cobre, que involucran los distintos procesos, su evolución en el tiempo y datos regionalizados.

En la Tabla 6-3 se resumen las principales necesidades, brechas y barreras en el ámbito de la mitigación.

Tipo de apoyo	Necesidad	Brecha	Barrera
Recursos financieros	Financiamiento para implementación, preparación o diseño (*concept note*) según necesidad de cada NAMA. Financiamiento puede estar enfocado ya sea al diseño de aspectos operativos de la NAMA como su MRV o al financiamiento global considerado.	Dificultad en el diseño de modelos de negocio para el flujo de recursos financieros obtenidos internacionalmente	La falta de conocimiento y experiencia de agencias estatales en el flujo de recursos financieros internacionales destinados a NAMA implican demoras en la implementación. Falta de incentivos financieros para la participación de los posibles involucrados.
	Desarrollo de una institucionalidad más transversal y transectorial que sea capaz de conjugar las grandes políticas existentes en los sectores.	Falta incentivar la participación sectorial para el desarrollo de NAMA y otras acciones de mitigación.	Prioridades sectoriales que no están en línea con el desarrollo de acciones de mitigación ni su incentivo.
	Financiamiento para diseño, preparación e implementación de acciones de mitigación en gobiernos regionales y municipios del país.	Falta de financiamiento para acciones de carácter local y regional.	Otras prioridades de uso de recursos en Gobiernos Regionales y municipios.
	Recursos financieros para la implementación de proyectos de eficiencia energética y específicamente de cogeneración.	Falta de recursos financieros para implementar proyectos de eficiencia energética, especialmente cogeneración.	Otras prioridades de uso de recursos financieros.

Tipo de apoyo	Necesidad	Brecha	Barrera
Recursos financieros	Recursos para financiar la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de la Corporación Nacional Forestal.	Falta de recursos para financiar las medidas de acción y gatillar cambios a nivel institucional. El redireccionamiento y focalización de recursos fiscales, de forma coordinada y colaborativa entre servicios del MINAGRI y otras entidades públicas afines.	Incertidumbre en el proceso de formulación de la nueva ley de fomento forestal y en el proceso de restructuración del Servicio Forestal de Chile.
Creación de capacidad y asistencia técnica	Asistencia técnica en el desarrollo de elementos clave para NAMA (definición de líneas base, co-beneficios).	Profesionales capacitados e infraestructura insuficientes.	Falta de coordinación intersectorial y definición de atribuciones y competencias, específicamente en el traspaso y manejo de información relevante, para la definición de elementos clave de NAMA.
	Capacidad institucional en los diferentes sectores para levantar y preparar información para el diseño de potenciales NAMA.	Falta de sinergias en los sistemas de información sectoriales para el seguimiento del progreso de las actividades de mitigación.	Falta de información necesaria para el levantamiento de líneas base.
	Elaborar línea base y definir indicadores para NAMA.	Falta de definición de indicadores mínimos comunes que permita una evaluación comparativa de las distintas NAMA. Falta de capacidad técnica para la elaboración de líneas base.	Desconocimiento de tecnologías o instrumentos propuestos para la implementación de la NAMA por parte de los involucrados.
	Capacidad institucional en Gobiernos Regionales y municipios para levantar y preparar información para el diseño de potenciales NAMA y otras acciones de mitigación.	Falta de acciones locales de mitigación de GEI.	El tema no está priorizado en algunos Gobiernos Regionales y municipios. Soluciones a corto plazo de las administraciones en curso se anteponen al desarrollo con visión estratégica de largo plazo. Desconocimiento del tema cambio climático en regiones.
	Se requiere marco político técnico que recoja y sintetice resultados de proyectos de mitigación de otros sectores del país (Ejemplo: iniciativas del sector privado, de ONG, de sociedad civil en general).	Falta de capacidad e institucionalidad en el sector público para abarcar universalmente esta área.	Otras prioridades de los distintos sectores.
	Se requiere institucionalidad más transversal y transectorial que sea capaz de conjugar las grandes políticas existentes en los sectores y desarrollo de políticas transectoriales: Estrategia Nacional de Biodiversidad, Política de Desarrollo Público, Política de Desarrollo Urbano, Política de Ordenamiento Territorial, Política de Responsabilidad Social y Empresarial.	Falta de institucionalidad y políticas transectoriales integrales.	Voluntad política. Visión y soluciones sectoriales y sesgadas de los problemas ambientales y humanos. Soluciones a corto plazo.
	Capacidades y asistencia para desarrollar localmente la Política Energética 2050, sometida a Evaluación Ambiental. Estratégica, definir resultados y productos en Gobiernos Regionales y municipios.	Falta de productos de alcance territorial o macro zonal en la política energética. Falta de una mirada local del cambio climático.	Voluntad política. Soluciones a corto plazo de las administraciones en curso se anteponen al desarrollo con visión estratégica de largo plazo. Desconocimiento del tema cambio climático en regiones y comunas.

Tipo de apoyo	Necesidad	Brecha	Barrera
Creación de capacidad y asistencia técnica	Capacidad y asistencia para mantener un sistema similar al Proyecto MAPS fases 1 y 2 y actualizar de forma permanente de escenarios de mitigación.	Falta capacidad instalada permanente para mantener un sistema de este tipo. Superar errores técnicos en el proceso, dados por falta de capacidades. Mejorar la dirección y coordinación del equipo. Falta de equipos ministeriales que participen.	Falta de apoyo político sectorial en la toma de decisiones para validar las medidas.
	Necesidad de abordar otro tipo de minería en el Reporte Anual de emisiones de GEI directos de la Minería y el informe anual de consumo de energía en la minería del cobre (resto de la minería metálica y minería no metálica).	Falta de capacidades, conocimiento y asistencia para identificar emisiones en procesos de minería metálica distinta del cobre y minería no metálica y consumo energético de estos tipos de minería.	No se identifican barreras asociadas.
	Conocimiento y capacidades del sector bancario para el financiamiento de proyectos de eficiencia energética.	Falta de capacidad y conocimiento en instituciones financieras, las que no están preparadas para financiar proyectos de eficiencia energética.	Poco interés por el desarrollo e implementación de medidas de eficiencia energética.
	Normativa o requerimientos una vez implementado el Sistema de Gestión de Energía (SGE).	No hay requerimientos de contar con SGE en terrenos normativos ni de demanda.	Voluntad política.
	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de la Corporación Nacional Forestal, requiere de: Modelo de financiamiento adecuado. Articulación interinstitucional. Capacidades para el monitoreo. Capacidades técnicas de funcionarios para la implementación.	Inexistencia de un modelo de financiamiento adecuado a la realidad de los recursos vegetacionales nativos que considere la valorización de todos los servicios que estos ecosistemas proveen a la sociedad. Falta de articulación institucional intra e interministerial. Brechas técnicas y tecnológicas para: realizar el monitoreo, capacidades técnicas de funcionarios de CONAF que serán parte de la implementación. Falta de conocimiento y valorización de recursos vegetacionales e instrumentos para mitigación del cambio climático, por parte de algunos actores del territorio.	Incertidumbre en el proceso de formulación de la nueva ley de fomento forestal y en el proceso de restructuración del Servicio Forestal de Chile.
	Desarrollar políticas de mitigación para el sector Transporte, en línea con nuevas tecnologías y que promuevan un cambio de conducta en cuanto al transporte urbano.	Escasez de estudios técnicos sobre implementación de nuevas tecnologías en Chile o de incentivos para la penetración acelerada de estas en el mercado nacional.	Falta de recursos financieros o incentivos para desarrollar acciones de mitigación en este sector.

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

2.1.4. Reporte

El mayor desafío para las actividades de reporte en Chile es la instalación definitiva de sistemas permanentes de información de sus Comunicaciones Nacionales (CN), Informes Bienales de Actualización (IBA) y Contribuciones Tentativas Nacionalmente Determinadas (INDC), que necesariamente necesitan de presupuesto específico. Es urgente generar capacidades en los distintos sectores, de modo que puedan sistematizar y proveer información oportuna y adecuada para los distintos tipos de reporte.

Archivo MMA.

Para preparar el IBA (2016) se dispone de USD 352.000 provenientes del GEF. Este informe está a cargo del equipo técnico y administrativo del DCC, que lo prepara siguiendo las directrices de la CMNUCC. Respecto de la presente TCN, se cuenta con un fondo de USD 480.000 proveniente del GEF y actualmente se está elaborando el documento GEF para postular al financiamiento para la preparación de la Cuarta CN. Durante 2014 y 2015 la elaboración del INDC de Chile se cubrió con recursos propios del Gobierno de Chile y sus carteras ministeriales más relacionadas, y con apoyo internacional mediante el proyecto MAPS-Chile principalmente, mientras que en algunos aspectos específicos se contó con el apoyo del World Resources Institute (WRI).

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	Área	Necesidad	Brecha	Barrera
IBA	Recursos financieros	Presupuesto que sustente la actividad de manera iterativa, tal y como lo establecen las decisiones de la COP.	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 capacidad 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. Generar capacidades para el reporte sectorial (otros ministerios e instituciones) para la elaboración del IBA. Sistematizar levantamiento información sectorial, pública, privada para la elaboración del reporte: Sistema permanente activo, durante los años que contempla el reporte.	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.

Reporte	Área	Necesidad	Brecha	Barrera
TCN	Recursos financieros	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.	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 capacidad y asistencia técnica	Contar con expertos regionales. Generar capacidades para el reporte sectorial (otros ministerios e instituciones) para la elaboración de la CN. Sistematizar levantamiento información sectorial, pública, privada para la elaboración del reporte: Sistema permanente activo, durante los años que contempla el reporte. Plataforma transversal para incorporar las iniciativas de los sectores y de los niveles regionales y locales.	Falta de capacidad técnica en el nivel regional y local. Falta de conocimientos en los sectores, respecto a las guías para la elaboración de las CN. Falta de sistematización en la forma del reporte de la información, para hacer los periodos entre CN comparables. Carencias en la actualización permanente de la información a reportar.	No existe un mecanismo de traspaso de conocimientos a nivel sectorial e institucional. 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. Dificultades financieras e idiomáticas para acceder a capacitaciones. No existe el procedimiento de sistematización de la información. No existe una plataforma que recopile los avances de los diferentes sectores, en los distintos ámbitos del reporte.
INDC	Recursos financieros	Recursos financieros para levantamiento de información y metodologías asociadas a las actualizaciones del INDC, en concordancia con los sistemas de revisión que se negocien en el marco del acuerdo post 2020.	A medida que la negociación avanza y se defina el nuevo marco de comunicación de NDC y marco de transparencia se podrá estimar un costo de implementación y la brecha que implica.	Recursos económicos limitados dificultan el establecimiento de un sistema sostenible para obligaciones de reporte.
	Creación de capacidad y asistencia técnica	Fortalecer coordinación entre diseño técnico y prioridades políticas. Establecer capacidad permanente en ministerios sectoriales para facilitar la sistematización del desarrollo de INDC. Capacidad de integración de ejercicios sectoriales en una modelación a nivel nacional.	Falta de capacidad para la definición temprana del contenido y acuerdo político para su aprobación. Limitada capacidad de modelación económica de escenarios de mitigación.	Intereses sectoriales algunas veces priman sobre criterios técnicos.

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

2.1.5. Negociación internacional

En materia de negociación internacional, la principal necesidad es ampliar el equipo actual de negociación del MMA y conformar equipos permanentes en los ministerios sectoriales relevantes, con la capacidad financiera y técnica adecuada para la preparación y seguimiento estratégico y completo de las negociaciones. La delegación chilena depende actualmente de los recursos financieros de cada ministerio o servicio, que cubren de forma muy básica, en la mayoría de los casos, las sesiones y el proceso de negociación. El número de profesionales expertos que participa en las negociaciones es inferior al necesario para dar seguimiento estratégico, de modo que los ministerios sectoriales (Energía, Agricultura) no cuentan con representación completa en las negociaciones. En este equipo interministerial los temas de negociación son uno de varios elementos de su agenda de trabajo interna, lo que reduce el tiempo disponible para planificar y coordinar en detalle de la agenda de negociación internacional.

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

Área de necesidades	Necesidad	Brecha	Barrera
Recursos financieros	Si bien importantes donaciones posibilitan un funcionamiento mínimo de la capacidad negociadora, contar con recursos acordes a la variedad de temas estratégicos resulta fundamental.	Falta de presupuesto específico que permita formar y mantener un equipo de negociación especializado y permanente.	En la medida que se entienda la transversalidad de la resiliencia y el desarrollo bajo en carbono entre los objetivos de desarrollo del país, ello debiera traducirse en una mayor asignación presupuestaria, la cual es por ahora mínima e insuficiente.
Creación de capacidad y asistencia técnica	Chile requiere de capacidad instalada permanente para enfrentar las negociaciones de manera estratégica. Desarrollo de capacidades en los distintos sectores y ministerios, respecto de la negociación internacional, en temáticas específicas de cada sector. Creación y aumento de capacidades en idioma inglés.	Recursos para satisfacer demanda de capacidades adecuada para agenda de negociación. Algunos funcionarios con capacidad técnica para participar en negociaciones no dominan el idioma inglés 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.
	Planificación anticipada y reuniones permanentes que respondan a dicha planificación, de un equipo intersectorial de profesionales de los distintos ministerios, para enfrentar los temas de negociación internacional de forma coordinada y coherente, con una visión unificada de las necesidades del país.	Tiempo insuficiente dedicado a preparación de contenidos de la agenda de negociación.	Disponibilidad restringida de negociadores y profesionales de apoyo debido a la necesidad de asignar tiempo a otras tareas de la agenda climática.

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

2.2. Necesidades, brechas y barreras de tecnología

En 2003, Chile realizó su primer ejercicio de Evaluación de Necesidades Tecnológicas a través de una consultoría enfocada en los sectores Transporte, Industrial y de Generación eléctrica (Deuman Ingenieros, 2003) en la que se describieron opciones tecnológicas de mitigación. En 2009, la CORFO realizó un estudio para establecer criterios y prioridades para definir una estrategia nacional de transferencia tecnológica para la mitigación y adaptación al cambio climático (Poch Ambiental, 2009), el que se orientó a cinco sectores económicos prioritarios para el país: minería del cobre, alimentos —incluyendo fruticultura, agricultura y alimentos procesados—, construcción, transporte y acuicultura, y analizó los procesos de faenas productivas y actividades. Además, el estudio identificó y categorizó las necesidades tecnológicas.

Es necesario actualizar el análisis de tecnologías para implementar medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Sin perjuicio de lo señalado, en el proceso de levantamiento de información del presente informe se identificaron necesidades relacionadas con la transferencia de tecnología por parte de los distintos sectores (Tabla 6-6).

Respecto del ámbito del INGEI, durante 2015-2016 se desarrollaron diversas actividades de transferencia de tecnología entre los investigadores del Equipo Técnico de AFOLU —radicados en la CONAF, el INFOR, el INIA y otros servicios del MINAGRI—, la academia y expertos internacionales, con el objetivo de medir datos paramétricos y de medir directamente los GEI para incrementar así la calidad de las estimaciones de GEI del sector AFOLU. El SNICHILE espera fomentar e implementar investigación científica para el desarrollo de factores de emisión país específico con el objetivo de incrementar la calidad y exactitud del INGEI de Chile.

Tabla 6-6. Resumen de las necesidades, brechas y barreras relacionadas con la transferencia de tecnología, en todos los ámbitos

Sector	Ámbito	Necesidad	Brechas	Barreras
INGEI	I	Desarrollo o adquisición de equipos (software y hardware) para el desarrollo de factores de emisión país especifico, explícitamente se requiere: • Adquisición de un cromatógrafo especializado en GEI para aumentar la capacidad analítica de los centros de investigación. • Adquisición de equipo móvil de cuantificación de GEI semiautomatizado, incluyendo su habilitación y capacitación en el uso, para la medición de emisiones de N_2O desde los suelos agrícolas • Equipos para el monitoreo en terreno de bosques y otros sistemas vegetacionales. • Softwares para el procesamiento de información satelital relacionada con los seguimientos de los usos y cambios de uso de tierras. • Equipamiento para el mejoramiento de los sistemas de comunicación y redes, como GPS para la generación de datos de actividad más precisos.	Si bien ha existido un notorio avance en cuanto a desarrollo factores de emisión país específico, aún la mayoría de las emisiones y absorciones de GEI son estimadas usando factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, los cuales parecieran sobreestimar las emisiones de GEI del país.	Poca relevancia de los INGEI dentro de prioridades políticas y técnicas de los ministerios participantes en el SNICHILE, lo que repercute en la 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 academia, por lo que no hay incentivo al desarrollo o adquisición de nuevas tecnologías. Falta de presupuesto asignado para el desarrollo o adquisición de tecnologías. Burocracia y barreras procedimentales para el desarrollo o adquisición de equipos tecnológicos y softwares.
Agua	A	Introducción de tecnologías diversas y gestión tecnológica para adaptarse a la escasez hídrica.	Falta introducción de tecnologías diversas en los distintos sectores que apunten a enfrentar la escasez hídrica, con soluciones de largo plazo.	Reticencia a cambios en el uso de los recursos hídricos y de nuevas fuentes de abastecimiento. Los usos de aguas continentales están sujetos a la obtención del derecho de aguas.
Industria	A M	Introducción de equipos y procesos innovadores para disminuir el uso de energía y aumentar la eficiencia energética e hídrica en los procesos mineros e industriales.	Falta modernización de tecnologías a través de equipos y procesos de vanguardia, para la eficiencia energética e hídrica en la producción minera e industrial.	Requiere de flexibilidad en los procesos, que permita la introducción de nuevas tecnologías de forma más rápida. Requiere de incorporación de potenciales normativas futuras más exigentes.
General	A M	Introducción y difusión de tecnologías y metodologías utilizadas en proyectos de AbE.	Carencia de conocimientos y metodos de implementación de soluciones basadas en ecosistemas para adaptarse al cambio climático.	No se identifican.
Meteorología	A R	Uso de tecnologías para mejorar y ampliar la cobertura de los servicios y productos de información requeridos para apoyar la gestión del riesgo climático.	Falta introducir nuevas soluciones tecnológicas y equipos de vanguardia, radares meteorológicos para el monitoreo del clima, enfocado a la gestión del riesgo climático.	Distintas instituciones poseen estaciones de monitoreo, por lo que el traspaso de datos requiere de convenios interinstitucionales.

Sector	Ámbito	Necesidad	Brechas	Barreras
Infraestructura	A R	Equipar con sistema de control y monitoreo remoto a la infraestructura de borde costero (DOP), defensas fluviales (DOH) y Puentes (DV) para la reducción de riesgos de desastres.	Requiere implementación de medidas de monitoreo para reducir la vulnerabilidad de las obras de infraestructura pública.	No se identifican.
Salud	A	Necesidad de soluciones tecnológicas para conocer la carga de enfermedad asociada al cambio climático y establecimiento de modelos predictivos del comportamiento de enfermedades vectoriales y zoonosis asociadas al cambio climático.	Insuficiente capacidad de predicción de la posible distribución geográfica y la proliferación probable de enfermedades zoonóticas y vectoriales a lo largo del país que permita prevenir los efectos sobre la salud asociados a las mismas, a nivel local.	Restricción de recursos frente a otras prioridades del sector salud.
Transporte público	M	Incorporación de tecnologías de bajas emisiones, principalmente eléctricas en el parque vehicular, que actualmente está basado en motores de tecnología de combustión interna.	Información y financiamiento.	Incertidumbre respecto del desempeño de las tecnologías. Alto costo relativo de tecnologías de bajas emisiones.
Generación eléctrica	A M	Testeo e incorporación de diversas tecnologías para aprovechar potencial energético del país según fuente del recurso (solar PV, eólica, geotermia, minihidro, solar concentrada).	Información y financiamiento.	Costo relativo de tecnologías. Incertidumbre respecto del desempeño. Mercado de generación es competitivo y tecnológicamente neutro.
Construcción	A M	Masificar la incorporación de tecnologías de construcción sustentables (materiales) a nivel nacional de acuerdo a contexto geográfico y social.	Información y financiamiento.	Incertidumbre respecto del desempeño de las tecnologías. Alto costo relativo de soluciones tecnológicas más eficientes.
Biodiversidad	A R	Software específicos de teledetección, estadísticos y especializados en análisis de datos, y tecnologías y capacidad de almacenamiento, para la red de monitoreo de biodiversidad y cambio climático.	Falta financiamiento para la implementación de la red señalada, la cual ya tiene un diseño propuesto.	Requiere de coordinación intersectorial y desarrollo de capacidades.
General	A M R I N	Contar con una plataforma tecnológica que agrupe la información existente en cambio climático y para su uso en el reporte sectorial de acciones en cambio climático y manejo eficiente de la información y que esta se encuentre sistematizada. Esta plataforma debe agrupar toda la información de temas relacionados al cambio climático, generada por diversas instituciones público, privada, academia, etc. con privilegios diferenciados para uso institucional y de la ciudadanía.	Falta de sistematización y eficiencia en los reportes relativos al cambio climático. Información a la ciudadanía está disgregada y no priorizada.	No se identifican.

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

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

2.3. Necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector privado

Visita X y XIV Región.

En Chile, el sector privado ha tenido una participación importante tanto en la inversión como en la implementación de medidas innovadoras de mitigación y adaptación al cambio climático, lo que mejora las condiciones del país para cumplir con su NDC. Además, como se mencionó, el sector privado será protagonista al momento de diseñar y llevar a cabo eventuales medidas regulatorias para cumplir con los compromisos internacionales. Por eso, es fundamental conocer y comprender el escenario en el que se mueve dicho sector, es decir, cuáles son sus principales motivaciones y barreras que influyen en su actuar en materia de cambio climático, sobre todo de aquellas industrias que han demostrado avances en el tema y tienen más experiencia.

Las industrias que han tomado medidas para reducir la emisión de GEI en sus operaciones son del sector Energía, principalmente de generación de energía; el sector Agrícola, en el que destaca la labor del subsector alimentos; el sector Forestal; el sector Minería; y la Industria del cemento y el acero. Todos estos sectores han sido destacados por actores que trabajan y apoyan constantemente al sector privado, como el Centro de Líderes Empresariales contra el Cambio Climático (CGL-Chile) y el Programa HuellaChile, por mencionar algunos.[4]

Cada una de estas industrias ha levantado la información adecuada e invertido los recursos necesarios para implementar medidas de mitigación acordes a las características de su industria y en función de los contextos sectoriales de cada una. Algunas incluso han ido más allá de las medidas aisladas y han declarado estas iniciativas como parte de sus políticas corporativas, lo que permite ver con optimismo las tendencias del sector privado en materia de cambio climático.

Sin embargo, así como algunas situaciones fomentan la inversión e implementación de medidas de mitigación dentro de las empresas, otras las desincentivan. Algunas de estas situaciones son transversales a las industrias del sector, mientras que otras son atribuibles a un sector en particular. Cualquiera sea el caso, es necesario identificarlas y hacerse cargo de cada una de ellas, no solo por los esfuerzos pendientes en materia de desarrollo de una economía baja en carbono, sino por el valioso aporte que este sector significa para el cumplimiento de los acuerdos internacionales.

En la Tabla 6-7, se detallan las principales necesidades, brechas y barreras en la implementación de medidas de cambio climático identificadas dentro del sector privado, tanto transversales como sectoriales.

4 Para más detalles sobre los principales actores del sector privado y las medidas implementadas en los sectores, ver la sección 5.4. Esfuerzos de mitigación en el sector privado, del capítulo "Mitigación de gases de efecto invernadero".

Tabla 6-7. Resumen de necesidades, brechas y barreras identificadas por el sector privado

Sector	Necesidades	Brechas	Barreras
Transversal	Definir una legislación o normativa de cambio climático que establezca de manera clara los objetivos y las exigencias para el sector privado considerando las particularidades de cada sector industrial.	Existe voluntad de implementar medidas de mitigación, dados los beneficios asociados a estas, pero no se llevan a cabo porque no se conocen las exigencias futuras para el sector. Inexistencia de reglas claras o metas de reducción que apunten a los distintos sectores industriales del sector privado, que les permita delinear sus estrategias corporativas y/o comerciales.	Aversión al riesgo, temor a innovar en medidas de mitigación por no conocer el escenario futuro en la materia. La consideración de temas de cambio climático depende en gran medida del interés, el compromiso y la continuidad de los encargados de las áreas de sustentabilidad o medio ambiente al interior de las empresas.
Transversal	Creación de capacidades en los sectores para que las empresas aborden los temas de cambio climático según su alcance, tamaño y sus procesos productivos.	Escasez de personal capacitado que pueda diseñar e implementar medidas de mitigación acordes a las operaciones de las empresas.	El personal al interior de las empresas debe hacerse cargo de otro tipo de problemáticas asociadas a la operación de las empresas, restándole importancia a los temas de cambio climático. Poco interés por abordar el tema, ya que no se ve una relación directa entre cambio climático y las operaciones de las empresas.
Transversal	Definir un programa variado de incentivos que agilice el accionar del sector privado a través del fomento de medidas costoeficientes. Crear un sistema de reconocimiento de reducción de emisiones significativo para las empresas, que entregue alternativas de cumplimiento ante eventuales regulaciones.	Las empresas no se esfuerzan por diseñar medidas de mitigación porque no lo ven como una oportunidad de negocios o porque no saben si serán reconocidas a futuro.	La implementación de medidas de mitigación está asociada a un aumento en los costos de las empresas, no a una oportunidad de negocio. No se han reconocido los esfuerzos realizados de manera proactiva por las empresas para disminuir y/o gestionar sus emisiones de GEI.
Transversal	Movilizar recursos financieros y crear instrumentos transversales de fomento que viabilicen la introducción de tecnología y la implementación de medidas de mitigación al interior de las empresas.	Falta de recursos financieros y/o instrumentos que fomenten la implementación de nuevas tecnologías, especialmente para pequeñas empresas que no tienen acceso a créditos.	Los altos costos de la tecnología o los costos asociados a los cambios requeridos al interior de las empresas desincentivan la inversión.
Transversal	Crear instancias de diálogo público-privado y dentro del sector privado para el diseño de políticas públicas de mitigación estratégicas para ambos sectores.	No hay una implementación coordinada y estratégica de medidas de mitigación al interior del sector privado. Las medidas implementadas responden a intereses particulares de cada empresa.	Falta de diálogo al interior del sector privado y con el sector público para el diseño apropiado de medidas de mitigación.
Energía	Definir normas de ordenamiento territorial apropiadas que den certezas sobre la localización de proyectos de ERNC y que permitan disminuir las posibilidades de rechazo local.	Desincentivo al desarrollo de proyectos de ERNC ante la incertidumbre sobre el uso del territorio y ante un eventual rechazo local.	Restricciones en el uso del territorio para el desarrollo de proyectos de ERNC. Rechazo de comunidades locales ante la instalación de proyectos energéticos.

Sector	Necesidades	Brechas	Barreras
Forestal	Crear instrumentos de fomento para plantaciones, forestación con bosque nativo y manejo forestal sustentable que incluyan a empresas de distinto tamaño.	Las empresas de menor tamaño no tienen los recursos financieros para manejar sus bosques de manera sustentable, lo que amplía la brecha con respecto a las grandes empresas y disminuye el potencial de mitigación asociado a pequeños propietarios.	No hay instrumentos de financiamiento que fomenten las plantaciones y la forestación con bosque nativo, el que no es económicamente atractivo para las empresas.
Minería	Flexibilidad en la introducción de normativas de mitigación de cambio climático, que consideren los plazos internos y las particularidades operativas del sector minero. Programa de incentivos que fomente la penetración de ERNC en la matriz energética del sector.	Alto consumo energético que no puede ser cubierto en su totalidad por ERNC, por lo que se debe recurrir a combustibles fósiles.	Ante las proyecciones de escasez energética, las empresas mineras firmaron contratos de compra de largo plazo con empresas generadoras para asegurar su producción, por lo que sus opciones de introducir nuevas fuentes de energía ante posibles cambios de regulación no son inmediatas. Al firmar contratos de compra de energía, las empresas deben pagar por la energía contratada, no por la energía consumida. Por ende, no hay incentivo para complementar el consumo con ERNC. Se desincentiva la penetración de generación renovable, ya que las potenciales reducciones son atribuidas al sector Energía.
Cemento	Crear una regulación y/o mecanismos de fiscalización que permitan identificar aquellos residuos apropiados para el co-procesamiento en el sector cementero, fomentando su integración en los procesos operativos como reemplazo de combustibles fósiles.	Gran cantidad de residuos potenciales de ser usados en procesos de co-procesamiento no se están utilizando, con lo que se desperdicia el potencial de sustitución de combustibles fósiles en Chile, al igual que las inversiones realizadas para introducir dicha tecnología en las empresas.	Por la falta de regulación y fiscalización de residuos elegibles para ser integrados en los procesos de co-procesamiento del sector cementero, no se aprovecha el potencial de reemplazo de combustibles fósiles instalado en las empresas del sector.

Visita X y XIV Región.

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 tres categorías y correspondientes subcategorías:

- Apoyo destinado a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales:
  - Recursos financieros internacionales y nacionales
  - Actividades de capacitación
- Apoyo recibido (internacional) para actividades relacionadas con el cambio climático:
  - Recursos financieros
  - Creación de capacidades y asistencia técnica
  - Transferencia tecnológica
- Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático

Archivo MMA.

Para levantar la información de esta sección se aplicó el siguiente enfoque: (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. Se revisaron los datos del primer IBA y todas las iniciativas de conocimiento del MMA. (b) Luego 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) A continuación 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 la información de apoyo entregado (nacional) se solicitó a la Agencia de Cooperación Internacional de Chile un reporte de recursos destinados a acción climática en el periodo.

3.1. Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales

3.1.1. Recursos financieros

Entre 2012 y 2016 Chile recibió a través del Global Environment Facility (GEF) aproximadamente USD$ 830.000 de apoyo financiero para la preparación de los reportes periódicos establecidos en la CMNUCC, incluyendo la Tercera Comunicación Nacional y el segundo Informe Bienal de Actualización. En específico, través del GEF se recibieron USD$ 480.000 para la preparación y publicación de la Tercera Comunicación Nacional (Tabla 6-8).

En la Tabla 6-9 se resume la distribución presupuestaria según cada componente del informe y su contenido. Aproximadamente el 51% del presupuesto se destinó a generar nueva información para el componente de vulnerabilidad y adaptación, a través de investigaciones y consultorías sectoriales. Alrededor del 30% se dedicó a actividades de fortalecimiento de capacidades y difusión. El 10% se asignó al levantamiento de información del área de mitigación y el 8% a gastos de gestión.

Tabla 6-8. Proyecto TCN

Título del proyecto Actividades de apoyo para preparar la Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (TCN)					
Objetivo: Comunicar a la Conferencia de las Partes la información de Chile, de conformidad con el artículo 12 de la CMNUCC					
Descripción del proyecto: Informar a la CMNUCC el estado de la situación del país respecto del cambio climático, en el periodo posterior al primer IBA					
Fuente de apoyo	**Sector**	**Monto total (USD)**	**Estatus del fondo**	**Año inicio**	**Año término**
Global Environmental Facility (GEF)	Transversal	480.000	Recibido	2012	2016

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Tabla 6-9. Contribución al proyecto de la TCN

Contribución del GEF a la preparación de la Tercera Comunicación Nacional		
Componente	**Contenido general**	**Presupuesto (USD)**
Vulnerabilidad y adaptación	Consultoría: estudios sectoriales (Salud, Recursos hídricos, Ordenamiento territorial, otros)	244.261
Mitigación	Consultoría: reporte de NAMA y actividades de difusión de NAMA	49.855
Desarrollo de capacidades y actividades de difusión	Talleres de capacitación y difusión, participación en redes de conocimiento internacional, preparación de capítulos de la 3CN Edición y publicación de la 3CN, actividades de difusión de la 3CN	144.524
Gestión del proyecto	Coordinación administrativa, auditorías, compra de equipos, *fee* agencia	41.360
Total		**480.000**

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Tabla 6-10. Proyecto IBA

Título del proyecto: Informe Bienal de Actualización (IBA) 2016					
Objetivo: Mejorar la información que se comunicará a la Conferencia de las Partes relativa a la aplicación, de conformidad con el artículo 12 de la CMNUCC					
Descripción del proyecto: El IBA 2016 actualizará y ampliará la información presentada en la Segunda Comunicación Nacional (2011) y el Primer Informe Bienal (2014)					
Fuente de apoyo	**Sector**	**Monto total (USD)**	**Estatus del fondo**	**Año inicio**	**Año término**
Global Environment Facility (GEF)	Transversal	352.000	Aprobado	2015	2016

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Para el segundo IBA, de 2016, el GEF contribuyó con USD$ 352.000 destinados a actividades de preparación y publicación (Tabla 6-10).

En la Tabla 6-11 se presentan la distribución presupuestaria y la contribución de Chile al proyecto IBA 2016. Alrededor del 66% de los recursos se asignó al levantamiento y actualización de la información sobre inventarios de GEI, acciones de mitigación y medidas para la contabilidad, reporte

y verificación. Chile contribuyó con la asignación de funcionarios especializados en la preparación del informe, contribución equivalente a aproximadamente 300 horas, valorizadas en USD$ 55.000.

3.1.2. Actividades de capacitación para la preparación de comunicaciones nacionales

En esta sección se resume la información sobre actividades de capacitación para la preparación de comunicaciones nacionales en las que participaron funcionarios del Gobierno de Chile durante el periodo 2011-2016. En la Tabla 6-12 estas actividades se clasifican según año de ejecución, objetivo y organizador.

Tabla 6-11. Distribución presupuestaria para la preparación del IBA

Contribución del GEF a la preparación del Informe Bienal de Actualización (IBA), 2016	
Componente del informe	**Presupuesto (USD)**
Información sobre circunstancias nacionales y arreglos relevantes a la preparación de comunicaciones nacionales	15.000
Inventario nacional de emisiones de GEI, por fuentes de emisión y captura	79.000
Información sobre acciones de mitigación y sus efectos, incluyendo metodologías y supuestos	77.000
Información sobre implementación de sistemas MRV	77.000
Restricciones/brechas y necesidades asociadas (financieras, capacidades, tecnológicas), incluyendo detalle de apoyo recibido y necesidades de apoyo	7.000
Información sobre apoyo recibido para la preparación y difusión de reportes	3.000
Otra información relevante para el alcance de los objetivos de la Convención de Cambio Climático.	2.000
Monitoreo y reporte de auditorías	15.000
Publicación de reportes	45.000
Gestión del proyecto	32.000
Total	**$ 352.000**
Contribución nacional a la preparación del Informe Bienal de Actualización (IBA) 2016	
Contribución en especies (horas/persona) según institución pública	**Valorización (USD)**
Ministerio del Medio Ambiente: aproximadamente 730 horas	43.000
Otros ministerios: aproximadamente 285 horas	12.000
Total	**$ 55.000**

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Tabla 6-12. Apoyo en forma de fortalecimiento de capacidades (2011-2016) para la preparación de comunicaciones nacionales

Año	Nombre iniciativa	Objetivo	Organizador
2016	Regional training workshop for the Latin America and Caribbean region on the preparation of biennial update reports (BUR).	Mejorar la capacidad de los expertos nacionales de las Partes no-Anexo I en el uso de las "Directrices para la elaboración de Informes Bienales de Actualización para las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención Marco" y para dar a conocer el proceso de consulta y análisis internacional.	CMNUCC
2016	Workshop on the revision of the guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part II: UNFCCC reporting guidelines on national communications.	Discutir la revisión de las directrices de reporte para Comunicaciones Nacionales de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), sobre la base de los paper técnicos preparados por la secretaría de la Convención.	CMNUCC
2016	Technical analysis of biennial update reports (BUR) from developing country Parties	Desarrollar el análisis técnico de los Informes Bienales de Actualización de México, Uruguay y Líbano, según lo estipulado en la Decisión 1/CP.16, párrafo 63, de la Conferencia de las Partes firmantes de la CMNUCC.	CMNUCC
2015	Intercambio de experiencias y lecciones aprendidas respecto a sistemas de reporte sostenibles.	Intercambiar experiencias entre los cuatro países participantes del proyecto Information Matters (Chile, República Dominicana, Filipinas, Ghana) en el proceso de preparación de reportes nacionales relacionados con mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y elaborar sistemas sustentables de medición, reporte y verificación (MRV).	Information Matters Project, Gobierno alemán
2014	Expert Workshop to review draft materials for the training programme for the technical team of experts (TTE).	Revisar y discutir las directrices propuestas por el CGE para el desarrollo de los cursos de analistas expertos de Informes Bienales de Actualización para los países no pertenecientes al Anexo I de la Convención.	CMNUCC
2014	First LAC Technical Dialogue on INDCs.	Apoyar a los países en el proceso de preparación y puesta en marcha de sus INDC. El diálogo se desarrolló en Lima, Perú.	LECB Internacional
2014	Taller de entrenamiento para LAC sobre la preparación del IBA de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC.	Proveer apoyo técnico a las Partes no-Anexo I sobre cómo reportar la información en sus respectivos IBA. El taller se realizó en Ciudad de Panamá.	CMNUCC
2013	Global training workshop on the preparation of BURs.	Entregar apoyo técnico a las partes no-Anexo I sobre cómo reportar la información en sus IBA en relación con el Anexo III de la decisión 2 de la COP 17 utilizando materiales de entrenamiento desarrollados por el GCE; y tener retroalimentación sobre los materiales de entrenamiento, incluyendo el diseño y el contenido técnico para asegurar que estos materiales satisfagan las necesidades asistencia de los países no-Anexo I. El taller se realizó en Bonn, Alemania.	CMNUCC

3.2. Apoyo recibido para actividades relacionadas con el cambio climático

En esta sección se resumen las iniciativas de cambio climático para las que Chile, como país en desarrollo, ha recibido apoyo internacional para su diseño y/o implementación. La información se clasifica según el tipo de apoyo recibido en recursos financieros, creación de capacidad y asistencia técnica, y transferencia de tecnologías.

La información de recursos financieros incluye aquellos recursos destinados a la preparación y publicación de comunicaciones nacionales presentadas en la sección anterior.

La mayoría de los recursos financieros recibidos en el periodo 2011-2016 se clasifican como Asistencia al Desarrollo (ODA). Esta categoría de cooperación internacional ha tenido un importante rol en el desarrollo de la agenda climática de Chile. Sin embargo, dado el aumento del PIB per cápita del país, se espera que Chile deje de ser beneficiario de recursos ODA a partir de 2017.

3.2.1. Recursos financieros

Recursos financieros gestionados a través del sector público

En esta sección se resume información sobre recursos financieros asignados a Chile para facilitar el cumplimiento de sus compromisos en los ámbitos de reporte, mitigación, inventarios de emisiones, adaptación y negociación internacional. Estos aportes corresponden a flujos directos de dinero recibido por el país para desarrollar actividades o programas específicos de la agenda climática nacional. No incluye flujos de dinero al sector privado.

Los flujos de recursos financieros se categorizaron, según tipo de donante, como sigue:

- 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, GEF, Fondo de Adaptación, CMNUCC).
- Instituciones financieras internacionales: son aquellas cuyas actividades también se realizan gracias al financiamiento de diversas partes donantes, pero a través de gestiones propias de la banca de desarrollo internacional (por ejemplo, Banco Interamericano de Desarrollo, KFW). Sus servicios incluyen la distribución de donaciones y la asignación de préstamos u otros instrumentos financieros. Sin embargo, la información de esta sección se restringe a aquellos recursos de tipo donación.
- Otros aportes multilaterales: donaciones realizadas por dos o más países u organizaciones reunidos para alguna iniciativa específica (por ejemplo, NAMA Facility).

Durante el periodo de reporte (1 de enero 2011 a 30 de julio de 2016), los países e instituciones donantes aprobaron para Chile un total de USD 29.731.460 para la realización de actividades de la agenda climática nacional (Tabla 6-13).

Las contribuciones bilaterales representan el 16% de los recursos financieros aprobados en el periodo, los recursos canalizados a través de "fondos e instituciones multilaterales" equivalen al 59% y los recursos canalizados por medio de "instituciones financieras internacionales" tienen una participación de alrededor del 9%, mientras que "Otros aportes multilaterales" contribuyen con aproximadamente el 16%.

Las cifras según las fuentes de recursos financieros (Tabla 6-14) indican que, en lo que respecta a las donaciones bilaterales, los principales aportes en flujo directo de dinero provienen desde la Confederación Suiza y el Reino Unido. Suiza destaca por su aporte financiero en el sector Forestal a través de la NAMA forestal y Reino Unido en los sectores Energía, Transporte y otros sectores transversales, apoyo canalizado principalmente a través del Fondo de Prosperidad del Foreign Office.

El GEF y el Banco Mundial son las organizaciones con mayor participación en la categoría "Fondos e instituciones multilaterales", con aproximadamente el 41% de los recursos cada uno. En la categoría "Instituciones financieras internacionales", el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es la institución a través de la cual se canaliza la mayor proporción de recursos, con el 79%.

En la categoría "Otros aportes multilaterales", los recursos se canalizan a tra-

vés 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. En esta categoría los principales donantes son Nueva Zelanda, la República Federal de Alemania, Australia, Reino Unido, el Reino de Dinamarca, la Confederación Suiza y la Comisión Europea.

En el ámbito de la negociación internacional, la República Federal de Alemania aporta con recursos financieros para el funcionamiento de una Secretaría Técnica que apoya al grupo de países AILAC (Asociación Independiente de América Latina y el Caribe), del cual Chile es parte junto con otros países de la región; sin embargo, estos aportes son destinados a financiar el apoyo técnico a dicha alianza, por lo que no existe un detalle del aporte específico destinado para Chile.

Tabla 6-13. Resumen de apoyo recibido en recursos financieros, 2011-2016

Tipo de donante	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sectores
		R	M	I	A	N	
Bilateral	4.811.582		'	'		'	Transversales | Energía | Transporte | Agricultura | Forestal| Hídricos |Residuos
Fondos e instituciones multilaterales	17.421.772	'	'		'		Transversales | Energía | Forestal | Pesca y acuicultura | Biodiversidad
Instituciones financieras internacionales	2.750.663		'				Energía | Instrumentos financieros | Transporte | Forestal
Otros aportes multilaterales	4.747.443		'	'			Transversales
Total	**$ 29.731.460**						

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

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Tabla 6-14. Detalle de los recursos financieros adjudicados, por tipo de donante, 2011-2016

Tipo de donante	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sectores
		R	M	I	A	N	
Bilateral/países	**4.811.582**						
Reino Unido	2.317.802		'				Transversales | Energía | Transporte
Confederación Suiza	1.800.000		'				Forestal
Mancomunidad de Australia	166.000		'				Energía
Canadá	323.000				'		Transversal
México	204.780				'		Biodiversidad | Recursos hídricos
Fondos e instituciones multilaterales	**17.421.772**						
Global Environmental Facility (GEF)	7.261.772	'	'		'		Transversales | Energía | Forestal | Pesca y acuicultura
CMNUCC	250.000				'		Biodiversidad
Adaptation Fund	1.900.000				'		Silvoagropecuario
UN REDD	560.000		'				Forestal
Banco Mundial	7.450.000						Energía | Instrumentos financieros
Instituciones financieras internacionales	**2.750.663**						
Banco Interamericano de Desarrollo	2.179.663		'				Transporte | Forestal
KFW	571.000		'				Energía
Otros aportes multilaterales	**4.747.443**						
NAMA Facility	19.800		'				Energía
República Federal de Alemania | Mancomunidad de Australia | Comisión Europea	1.584.000		'	'			Transversales
The Children's Invest Fund Foundation | Alianza Clima y Desarrollo | Confederación Suiza | Reino de Dinamarca	1.853.265		'				Transversales
Confederación Suiza | The Children's Invest Fund Foundation	1.290.378		'				Transversales
Total	**$ 29.731.460**						

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

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

En la Tabla 6-15 se presenta información sobre los principales proyectos que recibieron recursos financieros en el periodo. Entre los proyectos se encuentran las iniciativas "Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático (MAPS)", "Low Emission Capacity Building (LECB)" y "Partnership for Market Readiness (PMR)", que han sido un aporte al fortalecimiento de las capacidades locales y un apoyo transversal al diseño de instrumentos y políticas públicas en cambio climático. El valor del conjunto de proyectos presentados en el cuadro representa el 54% de los recursos recibidos en el periodo 2011-2016.

Tabla 6-15. Principales proyectos que recibieron recursos financieros, 2011-2016

Proyecto	Objetivo	Descripción	Donante/Institución/Fondo	Recursos financieros (USD)
Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático (MAPS Chile) 2011-2015	Facilitar la toma de decisiones sobre posibles acciones de mitigación en Chile.	El proyecto modela escenarios y entrega opciones de mitigación de largo plazo, sobre la base de un proceso técnico participativo y multisectorial. Los productos de MAPS fueron un insumo crítico para la construcción del componente de mitigación del INDC de Chile.	Fase I: 2011-2014 The Children's Invest Fund Foundation, Alianza Clima y Desarrollo, Confederación Suiza, Reino de Dinamarca	1.853.265
			Fase II: 2014-2015 Confederación Suiza, The Children's Invest Fund Foundation	1.290.378
Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile) 2012-2016	Fomentar y crear capacidades en el sector público y privado en la medición y mitigación de las emisiones de GEI.	El proyecto se inició en 2012 y es parte de una iniciativa liderada por el PNUD en 25 países.	Comisión Europea, República Federal de Alemania, Mancomunidad de Australia	1.584.000
Partnership for Market Readiness (PMR) 2011-2017	Generar capacidades técnicas, evaluar, diseñar y eventualmente implementar instrumentos de mercado para la reducción de las emisiones de GEI.	Evaluación de la factibilidad de uno o más instrumentos de fijación de precios de carbono en el sector Energía; diseño e implementación de un marco de MRV y un sistema de registro; y estrategia de comunicación y compromiso de participación de los diversos actores relacionados.	Varios donantes a través del Banco Mundial	3.000.000
Estrategia Nacional de Iluminación Eficiente	Desarrollar e implementar una Estrategia Nacional de Iluminación Eficiente (ENIE).	Promueve la innovación tecnológica habilitando la adopción de productos eficientes de iluminación, lo que es un aporte a la reducción de GEI.	GEF	2.744.683
Fondo Cooperativo del Carbono (Etapa de preparación)	Impulsar el uso más sostenible de los recursos forestales.	Realizar actividades piloto para reducir las emisiones de CO_2 derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques. Introduce mejoras en la ordenación de los bosques, para generar flujos de ingresos sostenibles.	Banco Mundial	3.800.000
Enhancing resilience to climate change of the small agriculture of O'Higgins Region in Chile	Incrementar la capacidad de resiliencia en comunidades rurales en la costa y secano de la Región de O'Higgins de Chile.	Diseñar e implementar medidas para reducir la vulnerabilidad de los pequeños agricultores frente a cambios en la producción agrícola, servicios de los ecosistemas y la biodiversidad.	Adaptation Fund	1.900.000
Total				**$ 16.172.326**
Participación en total de recursos financieros periodo 2011-2016 (sobre monto total de USD 29.731.460)				**54%**

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Recursos financieros canalizados a proyectos del sector privado

En esta sección se presenta información sobre los recursos financieros canalizados a proyectos relacionados con cambio climático del sector privado. Se considera tanto el apoyo financiero de instituciones de la banca de desarrollo, como de instituciones y fondos enfocados en financiar acciones para la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono. Los proyectos incluidos en esta sección no necesariamente cuentan con el patrocinio del Gobierno de Chile, ya que este es un requisito que depende de las normas de cada fuente de financiamiento.

Visita Iquique Huayca.

Tabla 6-16. Recursos financieros canalizados al sector privado. Incluye concesional/ no concesional

Tipo de donante/ oferente	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sectores
		R	M	I	A	N	
Fondos e instituciones multilaterales							
Green Climate Fund	49.000.000		•				Energía
Clean Technology Fund	200.000.000		•				Energía
Instituciones financieras internacionales							
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	324.400.000		•				Energía
International Finance Corporation (Banco Mundial)	341.801.250		•				Energía
Total	**$ 915.201.250**						

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

Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

En la Tabla 6-16 se resumen los flujos financieros para los proyectos considerados. El monto de los recursos alcanza los novecientos millones de dólares,[5] principalmente en forma de préstamos para la inversión en proyectos de energía. En la categoría "Fondos e instituciones multilaterales" el Green Climate Fund (GCF) y el Clean Technology Fund (CTF) registraron transferencias de recursos a proyectos del sector privado. En la categoría "Instituciones financieras internacionales" figuran el Banco Interamericano de Desarrollo y el International Finance Corporation (del Banco Mundial).

En la Tabla 6-17 se mencionan los proyectos según el fondo o institución que entrega el financiamiento. Los proyectos apoyados se concentran en el sector Energía. Las iniciativas financiadas con recursos del GCF y CTF son proyectos con características tecnológicas relativamente nuevas o poco masificadas en el mercado chileno de generación eléctrica, mientras que los proyectos privados financiados por el ICF y el BID se basan en tecnologías más difundidas, como la solar fotovoltaica (FV) de mediano tamaño y la generación hidráulica. Esta distribución de recursos según tipo de proyecto y necesidad de financiamiento está alineada con el tipo de barrera que estas instituciones y sus instrumentos buscan resolver.

5 La información de recursos provenientes de "Instituciones financieras internacionales" está disponible para el periodo 2013-2014 en oecd.org., "Climate Change: OECD DAC External Development Finance Statistics", recuperado de www.oecd.org/dac/stats/climate-change.htm. La información para los periodos 2011-2013 y 2015-2016 no está disponible, por lo que probablemente el monto registrado en este informe sea una estimación conservadora.

Tabla 6-17. Detalle de los recursos financieros canalizados al sector privado

Fondo/ Institución	Proyecto	Descripción	Monto financiamiento (USD)
Green Climate Fund (GCF)	Climate Action and Solar Energy Development Programme in the Tarapacá Region in Chile 2016	Proyecto solar fotovoltaico de 143 MW, a ser implementado por la compañía Sonnix	49.000.000
Clean Technology Fund (CTF)	Plan de Inversión 2012	Diversos proyectos de energía renovable, incluyendo proyecto de 50 MW basado en tecnología de concentración solar (CSP), pionero en la región latinoamericana	200.000.000
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Arica I Solar PV 2014	Construcción, operación y mantención de planta solar fotovoltaica de 40 MW	27.700.000
	Crucero Solar PV 2014	Proyecto solar fotovoltaico	50.400.000
	Los Loros Solar PV 2014	Construcción, operación y mantención de planta solar fotovoltaica de 53 MW	25.600.000
	Alto Maipo Hydro 2013	Diseño, construcción, operación y mantención de dos plantas hidroeléctricas de pasada (531 MW)	200.000.000
	Pozo Almonte y Calama Solar PV 2013	Construcción, operación y mantención de planta solar fotovoltaica (26MW)	20.700.000
International Finance Corporation (IFC)	Solar - Préstamo para generación de energía renovable 2014	No disponible	65.000.000
	Solar - Préstamo para generación de energía renovable 2013	No disponible	46.753.750
	Solar - Cuasipréstamo para generación de energía renovable 2013	No disponible	5.047.500
TOTAL			**$ 915.201.250**

Fuente: Elaboración propia del Departamento de Cambio Climático del MMA, a partir de información recuperada de www.greenclimatefund.org, www-cif.climateinvestmentfunds.org y www.oecd.org/dac/stats/climate-change.htm.

3.2.2. Creación de capacidad y asistencia técnica

En esta sección se hace referencia a los apoyos recibidos por el país en el área de creación de capacidad y asistencia técnica. Este concepto se ha desarrollado en Chile a través de dos líneas de trabajo:

Es relevante destacar además que el NDC de Chile (2015) considera entre sus compromisos un pilar específico para la creación y fortalecimiento de capacidades.

- **Nacional:** En la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático (2006) se estableció una línea estratégica de creación y fomento de capacidades, la que fue ratificada posteriormente en el Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático (2008). Su objetivo principal fue: "Difundir y crear conciencia en la ciudadanía frente a los problemas ambientales y, en particular, a aquellos derivados del cambio climático, fomentando la educación, sensibilización e investigación sobre esta temática en Chile". El trabajo se ha centrado en la educación formal e informal en la ciudadanía, otras instituciones y servicios públicos y privados, apoyando la incorporación de conceptos básicos en docentes, estudiantes y profesionales, y en la propuesta de actividades prácticas para facilitar su incorporación.
- **Internacional:** Chile ha recibido el generoso aporte de distintos países, los que han contribuido con proyectos de capacitación y apoyo técnico en las diversas materias relacionadas con el cambio climático a través de proyectos y programas con objetivos específicos en el área de mitigación, reporte y adaptación, y diversos talleres y visitas técnicas para la creación de capacidades al interior de las instituciones.

En la Tabla 6-18 se resume la información de las iniciativas internacionales para la creación de capacidad y asistencia técnica de las cuales Chile es partícipe permanente. Se agradece el apoyo recibido por la República Federal de Alemania, la Comisión Europea, el Reino de España y del Banco Mundial, entre otras instituciones. La República Federal de Alemania, el principal país colaborador en el ámbito de creación de capacidad y asistencia técnica, coopera a través de proyectos, talleres, estudios y programas específicos, que han repercutido favorablemente en el incremento de la capacidad técnica instalada en el país.

Es importante señalar que, dado el carácter global de estas iniciativas y su forma de funcionamiento, no se dispone de información de los montos destinados a financiar las actividades específicas en Chile.

Tabla 6-18. Principales iniciativas internacionales con foco en la generación de capacidades y con participación permanente de Chile, 2011-2016

Ámbito	Nombre iniciativa	Objetivo	Descripción	Donante	Año inicio	Estado	Observaciones
R, M, I	Information Matters	Apoyar a las instituciones de los países contraparte en el análisis de sus procesos de monitoreo y comunicación, en disminuir brechas, y mejorar dichos procesos conforme a los estándares internacionales y los requerimientos de la CMNUCC.	El proyecto presta asistencia técnica a cuatro países seleccionados: Filipinas, Ghana, República Dominicana y Chile. En consultas con las contrapartes, se identifican las necesidades y prioridades específicas de los sistemas de MRV y de monitoreo de GEI, y se mejoran dichos sistemas mediante talleres y cursos elaborados a medida.	República Federal de Alemania	2013	En ejecución	Chile se encuentra diseñando su plan de trabajo para la siguiente etapa de la iniciativa.
M, A	EUROCLIMA	Facilitar la integración de las estrategias y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en las políticas y planes públicos de desarrollo en América Latina.	Programa de cooperación regional entre la Unión Europea y América Latina, enfocado en el cambio climático. El programa persigue conseguir los siguientes resultados: mejorar el intercambio de información y experiencias sobre el cambio climático, aumentando la sensibilización política y fortaleciendo la capacidad institucional; identificar y priorizar las medidas de adaptación y mitigación "útiles en todo caso" y/o con beneficios adicionales; y reforzar la seguridad alimentaria en América Latina contribuyendo a una agricultura sostenible con una mayor capacidad para mitigar los efectos y adaptarse al cambio climático.	Comisión Europea	Fase I (2010-2013) y Fase II (2014-2016)	En ejecución	Financiamiento global Fase I: USD 6.831.000 (Contribución UE: USD 6.600.000) Financiamiento global Fase II: USD 16.615.500 (Contribución UE: USD 15.114.000) 18 países asociados de América Latina.
M, A	Plataforma Regional para Latinoamérica y el Caribe: LEDS LAC	Fortalecer la calidad, apoyo y liderazgo de las estrategias LEDS en la región, adoptando una implementación efectiva de estas e impulsando su desarrollo en el nivel nacional y subnacional.	Es parte de la Alianza Global sobre Estrategias de Desarrollo Bajo en Carbono (LEDS-GP) fundada en 2011, la cual opera a través de un innovador modelo de liderazgo distribuido, con instituciones regionales gestionando las plataformas locales desde los países y las organizaciones internacionales entregando apoyo técnico (LEDS GP, 2012)	Multilateral	2011	En ejecución	Chile ejerció la presidencia de la iniciativa en 2014. El tercer taller regional se realizó en Santiago en 2014.
M, A	Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (LARIOCC)	Funcionar como un instrumento de diálogo permanente sobre mitigación y adaptación en materia de cambio climático	Está integrada por las oficinas o unidades nacionales de cambio climático de los ministerios de medio ambiente de los países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones (21 países). La red establece relaciones con otras redes, organismos e instituciones, especialmente con las regionales, para promover sinergias entre estudios y experiencias en la región (LARIOCC, 2012).	Reino de España	2004	En ejecución	Desde su creación en 2004, ha tenido lugar una reunión por año. La reunión más reciente de la que participó Chile fue la de 2015 durante la COP21 de París.
M, I	Global Research Alliance (GRA)	Reunir a los países para encontrar formas de producir más alimentos sin aumentar las emisiones de GEI.	La GRA se enfoca en la investigación, desarrollo y extensión de tecnologías y prácticas que ayudan a ofrecer maneras de producir más alimentos, sin aumentar las emisiones de GEI. Los miembros de la Alianza tienen como objetivo profundizar y ampliar los esfuerzos de investigación a través de la mitigación de los subsectores agrícolas de arroz, cultivos y ganado, y los temas transversales de los problemas de medición del carbono del suelo, el ciclo del nitrógeno e inventarios de GEI.	Nueva Zelanda | GRA	2011	En ejecución	La GRA ha realizado diversas reuniones en el mundo, en las que Chile ha participado gracias al apoyo de diversos países miembros de la alianza.

Ámbito	Nombre iniciativa	Objetivo	Descripción	Donante	Año inicio	Estado	Observaciones
M, N	International Partnership on Mitigation and MRV	Apoyar un intercambio práctico en actividades relacionadas con la mitigación de GEI entre países en desarrollo y países desarrollados, con el objeto de ayudar a cerrar las brechas de ambición global.	Esta alianza está enfocada principalmente en colaborar en el diseño de las estrategias nacionales de desarrollo bajo en emisiones (LEDS), NAMA y sistemas de MRV. Se compone de aproximadamente 60 países miembros, de los cuales más de la mitad son países en desarrollo (International Partnership on Mitigation and MRV, 2014).	República Federal de Alemania | República de Sudáfrica | República de Corea.	2010	En ejecución	Desarrolla actividades de creación de capacidad e intercambio de experiencias a través de seminarios, escuelas de verano, webinar, entre otros mecanismos.
M, N	Mitigation Action Implementation Network (MAIN)	Impulsar acciones de mitigación ambiciosas mediante la identificación de procedimientos óptimos, mecanismos de financiación eficaces y MRV.	Cooperación técnica, organización de talleres y diálogos regionales y mundiales sobre el desarrollo e implementación de NAMA específicos en los sectores de Transporte, Energía y Residuos.	República Federal de Alemania | Reino de Dinamarca | Canadá	2012	En ejecución	Sus principales colaboradores técnicos son el Center for Clean Air Policy (CCAP) y el World Bank Institute.
M	The Mitigation Momentum project	Promover y acelerar las acciones para reducir los GEI.	Apoya el desarrollo de NAMA contribuyendo al desarrollo concreto de propuestas, además de impulsar la cooperación e intercambio de conocimiento entre la comunidad de NAMA.	República Federal de Alemania | Banco Mundial.	2012	En ejecución	Es una colaboración entre ECN Studies y Ecofys Germany. Además, es parte de la iniciativa Climática Internacional y es apoyado por el BMUB
N, M, A	Diálogo de Cartagena para la Acción Progresiva	Construir un régimen ambicioso, comprensivo y jurídicamente vinculante bajo el alero de la CMNUCC.	Chile participa en este foro informal de diálogo sobre cambio climático, que reúne a los países que mantienen un alto compromiso con los objetivos de reducción de GEI y que respaldan un proceso que culmine con un acuerdo universal y jurídicamente vinculante. Chile ha participado en el Diálogo desde la primera reunión en Cartagena, Colombia, en marzo del 2010.	Multilateral	2011	En ejecución	El Diálogo siguió activo luego de la COP21. Se analizan posibles cambios para adecuarse al actual contexto de las negociaciones.
N	Ambition Leaders: Supporting the AILAC countries at the climate negotiations	Apoyar a los países AILAC para proveer el asesoramiento a las delegaciones, sus expertos y la realización de tareas de logística tanto en las negociaciones como en los periodos entre sesiones.	Para el cumplimiento de los objetivos se está construyendo una infraestructura de apoyo confiable y eficiente que permitirá analizar temas complejos y resumir esta información para las delegaciones, así como para desarrollar estrategias de negociación, establecer estructuras de comunicación eficaces y proporcionar capacitación en habilidades de negociación.	República Federal de Alemania	2013	En ejecución	AILAC está formado por ocho países: Chile, Colombia, Honduras, Perú, Guatemala, Costa Rica, Panamá y Paraguay.

M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional.
Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA.

Además 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 otras iniciativas que han abarcado proyectos y el desarrollo de estudios específicos, los cuales fueron financiados directamente por los donantes, de modo que no hubo un traspaso de recursos financieros a Chile. Por esta razón, no se cuenta con la valorización de las actividades asociadas a dichos estudios.

En la Tabla 6-19 se presenta información sobre otras iniciativas relacionadas con la creación de capacidades y asistencia técnica en las que ha participado Chile en el periodo 2011-2016. Estas se concentran en el área de mitigación para distintos sectores, incluyendo Residuos, Agricultura, Energía y Transporte. Son iniciativas facilitadas por cooperación bilateral (Alemania, Canadá) y por fondos e instituciones multilaterales.

Tabla 6-19. Otras iniciativas relacionadas con la creación de capacidades y asistencia técnica, 2011-2016

Ámbito	Nombre iniciativa	Objetivo	Descripción	Donante	Año inicio	Año término
M, I	Cambio climático y ganadería: cuantificación y opciones de mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de origen bovino en condiciones de pastoreo	Cuantificar las emisiones de CH_4 y N_2O del pastoreo bovino y establecer opciones para su mitigación, en función de la realidad productiva de los países integrantes del consorcio.	Proyecto de investigación internacional liderado por Uruguay en el que además participan Argentina, Colombia, República Dominicana y Chile.	FONTAGRO	2011	2014
M	Actualización del diseño de la Zona Verde para el transporte de Santiago	Promover modos de transporte de bajo contenido de emisiones carbono.	La NAMA se compone de cuatro iniciativas específicas para promover modos de transporte de bajo contenido de emisiones carbono, que se llevarían a cabo dentro de un área definida en el centro de Santiago, Chile, área que corresponde a la jurisdicción de la Municipalidad de Santiago.	Banco Interamericano de Desarrollo	2013	2014
M	Assessing the impact on SOC content of soil conservation management practices as a source of information for decision makers to develop a NAMA	Generar información objetiva sobre la captura de C atmosférico por suelos, de forma de que los tomadores de decisión incluyan algunas prácticas conservacionistas de manejo de suelos como parte de un programa agrícola de mitigación de emisiones GEI o en otra estrategia mitigatoria que el país pueda definir en el futuro.	Este proyecto se gesta ante la necesidad de que el país cuente con más opciones de reducción de emisiones de GEI, que le permita cumplir holgadamente con el compromiso voluntario que adquirió. Dado que la captura de C por los suelos es una estrategia de mitigación ya en operación en otros países (EE.UU., Australia, Brasil), se postula que Chile podría presentar una NAMA específica en este ámbito. Se requiere contar con información de campo acerca de la ganancia o pérdida de carbono por los suelos cuando son sometidos a diversas prácticas de manejo.	Canadá	2012	2013
M	Eficiencia energética y co-generación en hospitales públicos (proyecto piloto)	Análisis de factibilidad y posterior instalación de sistemas de co-generación en tres hospitales.	El piloto contempla los hospitales de Santiago, Coyhaique y Punta Arenas. Se espera demostrar, en la práctica, la factibilidad de una mayor seguridad energética, una reducción de los costos de operación de los hospitales y, a la vez, una reducción de las emisiones de GEI de los mismos. Se espera que la tecnología se multiplique en los sectores Salud y Otras industrias.	República Federal de Alemania	2010	2014
M	Energías Renovables No Convencionales - Fase II	Identificar y remover las barreras que limitan el desarrollo de las ERNC en Chile.	Desde 2011, GIZ ha apoyado el desarrollo de políticas, regulaciones e instrumentos para acelerar la participación de las ERNC en el mercado eléctrico. Otra línea de trabajo es aportar a la generación de información sobre los potenciales energéticos disponibles mediante levantamientos y estudios y la instalación de estaciones de monitoreo eólico y solar en sitios seleccionados. Además, el proyecto ha publicado y difundido una serie de guías de orientación para inversionistas y desarrolladores de proyectos nacionales e internacionales, sobre temas como la planificación y evaluación ambiental de proyectos y el funcionamiento del mercado eléctrico para inversiones en fuentes renovables. Asimismo, el proyecto contribuye a mejorar las capacidades locales organizando seminarios, conferencias y misiones tecnológicas. El proyecto también asesora en la implementación de proyectos piloto y realiza medidas de Public-Private-Partnership (PPP).	República Federal de Alemania	2007	2012
M	Estrategias de expansión de las energías renovables en los sistemas eléctricos interconectados	Evaluar alternativas de mediano y largo plazo para la expansión de las energías renovables en los sistemas interconectados.	Se alcanzó una estrategia de expansión óptima (a partir de modelos meteorológicos, sistemas de información geográfica y el análisis de diversos escenarios) que considera criterios de eficiencia económica, seguridad de suministro y sustentabilidad ambiental. Este trabajo representa el más completo análisis del sector de energía eléctrica en el país y es útil para plantear la expansión del sistema eléctrico a medio y largo plazo, considerando los potenciales del aprovechamiento de las ERNC en Chile.	República Federal de Alemania	2009	2014

Ámbito	Nombre iniciativa	Objetivo	Descripción	Donante	Año inicio	Año término
M	Fortalecimiento técnico e institucional de la eficiencia energética	Mejorar las capacidades técnicas e institucionales de los actores públicos y privados para la implementación de medidas de eficiencia energética tanto en la industria como en el sector vivienda y construcción.	En el sector industrial se realizaron intervenciones en las asociaciones empresariales. Se trabajó en el desarrollo de servicios energéticos de calidad, como consultorías especializadas, suministro tecnológico, equipamiento y servicios. Se difundió información sobre tecnologías energéticamente eficientes, como nuevas tecnologías de iluminación y co-generación, ambas con aplicaciones en el sector industrial y construcción. Las actividades en el sector de la construcción se iniciaron en viviendas sociales, para las que se logró construir las primeras térmicamente mejoradas de Chile. También se desarrollaron otros proyectos en el sector construcción, cuyo objetivo fue disminuir los consumos energéticos en centros de salud y edificios públicos.	República Federal de Alemania	2006	2011
M	NAMA Proposal: Self-supply renewable energy (SSRE) in Chile	Desarrollar una propuesta de NAMA para ser registrada en el registro de las Naciones Unidas (NAMA Registry).	La propuesta, que se abordó luego de un proceso consultivo que involucró a actores clave del sector público, privado y de la sociedad civil, se basó en el conocimiento existente e iniciativas del sector energético, así como en la política gubernamental al corto y mediano plazo para los objetivos de desarrollo.	The Mitigation Momentum project	2011	2011
M	Programa nacional para la catalización industrial y comercial en la gestión de residuos orgánicos en Chile	Catalizar la implementación de las primeras instalaciones de gestión de residuos orgánicos industriales y comerciales en Chile (sin incluir residuos orgánicos domésticos).	Se promovió la búsqueda de una solución para la gestión de los residuos orgánicos en Chile mediante el apoyo en la instalación de cinco instalaciones de gestión de residuos orgánicos (específicamente, plantas de fermentación en seco que incluyen tratamiento interno, generación de energía o *waste to energy*, y productos de compost obtenidos a partir del proceso de tratamiento orgánico).	CAF	2014	2014
M	Terrenos de propiedad fiscal para proyectos de generación energética a partir de energías renovables	Identificar, valorar y generar procedimientos para la administración de terrenos fiscales para la realización de proyectos de generación eléctrica a partir de ERNC.	Se lanzaron campañas de medición de viento y radiación solar en terrenos fiscales en el norte de Chile. Se analizó la idoneidad de los terrenos a través de estudios técnicos y económicos y se inició una cooperación entre el Ministerio de Energía y el Ministerio de Bienes Nacionales para reservar terrenos y llevar a cabo licitaciones para su uso para proyectos de energías renovables.	República Federal de Alemania	2008	2011
A	Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático	Evaluar los impactos del cambio climático en la infraestructura pública que desarrolla el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y analizar medidas de adaptación.	Se consideraron tres casos de estudio: embalse de riego, puente y puerto. Para ellos se evaluaron metodologías que incluyeran elementos de adaptación al cambio climático y se hizo una propuesta estratégica para incorporar esta temática en el MOP.	Environment Canada	2012	2013

M: Mitigación; A: Adaptación.
Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

1er bus eléctrico.

3.2.3. Transferencia de tecnología

En esta sección se describen los apoyos recibidos por el país en el área de transferencia de tecnologías. En la Tabla 6-20 se presenta información sobre las iniciativas destinadas al traspaso directo de una tecnología determinada, como también al apoyo técnico y la creación de capacidades específicas para desarrollarla.

Tabla 6-20. Iniciativas relacionadas con la transferencia de tecnología, 2011-2016

Ámbito	Año inicio	Año término	Nombre iniciativa	Objetivo	Descripción	Donante
EE	2016	2016	Programa de Fomento a la Co-generación	Acelerar el recambio tecnológico en el sector industrial, área de energía.	Iniciativas para mejorar el desempeño energético y la competitividad de las empresas, para formar capital humano y para desarrollar iniciativas replicables en el ámbito de la co-generación.	KFW
M	2012	2016	Energía solar para generación de electricidad y calor	Generación de electricidad y calor a través de plantas fotovoltaicas y solares térmicas de pequeña escala.	Se contemplan la instalación de laboratorios fotovoltaicos para la capacitación en centros de formación y el apoyo al programa del Ministerio de Energía en la difusión de estos sistemas en el sector público. Las aplicaciones se encuentran en los sectores residencial, comercial e industrial. Mediante el mejoramiento de las condiciones actuales del marco regulatorio, el desarrollo de innovadores modelos de negocio y el fortalecimiento de competencias locales, deberían impulsarse nuevos mercados para tecnologías de energía solar.	República Federal de Alemania
M	2014	2019	Fomento de la energía solar (enfoque en CSP)	Establecer mercados para energías renovables a gran escala, con foco en el aprovechamiento de energía solar con sistemas termosolares concentrados (CSP) y sistemas fotovoltaicos.	Capacitación, integración de ERNC de gran escala a las redes, identificación de nuevas aplicaciones tecnológicas y difusión de las experiencias de Chile en estas temáticas al mundo. Este proyecto forma parte de un acuerdo entre Chile y Alemania, que tiene también un componente financiero cubierto por el Banco Alemán de Fomento KFW.	República Federal de Alemania
I	2012	2013	Equipamiento para medición de GEI	Donar equipamiento para la medición semiautomatizada de emisiones de GEI desde suelos agrícolas.	Iniciativa generada al interior de la GRA con la finalidad de fortalecer los nexos de Australia en Sudamérica.	Mancomunidad de Australia
A	2010	2014	Caracterización fenotípica de alta precisión en trigo: Mejoramiento genético para lograr especies cultivadas tolerantes a la sequía	Identificar y estandarizar métodos de selección de genotipos tolerantes a sequía y a altas temperaturas.	Durante dos temporadas de crecimiento (2011-2012 y 2012-2013), se establecieron 384 accesiones de trigo en dos ambientes representativos de la zona cerealera de Chile. Ambos ambientes presentan clima mediterráneo, donde el cultivo del trigo sufre una sequía de tipo terminal durante el periodo de llenado de grano.	FONTAGRO
A	2010	2014	El desafío de lograr variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático	Generar cultivares de trigo y papa, cultivos principalmente de secano, que sean más tolerantes a condiciones climáticas extremas (altas temperaturas y escasez hídrica).	El consorcio INIA-Chile, INIA-Uruguay y el Centro Internacional de Papa (CIP) buscó aumentar la competitividad y sustentabilidad de cultivos de papa y trigo frente al cambio climático, a través de la selección y desarrollo de genotipos con mayor tolerancia a sequía y a altas temperaturas. Además, buscó poner a disposición de los programas de mejoramiento genético regionales; genotipos tolerantes a sequía y a altas temperaturas, protocolos de caracterización genética y fenotípica eficientes y estandarizados.	FONTAGRO | Fondo Banco Interamericano de Desarrollo-SECCI

M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; EE: Eficiencia energética.
Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

En la sección Anexos se resumen todas las iniciativas registradas desarrolladas por el país durante el periodo 2011-2016 desarrolladas con apoyo externo, junto con las actividades de capacitación y fortalecimiento de capacidades en las que han participado representantes del sector público.

3.3. Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con cambio climático

Es importante destacar que, si bien el país ha recibido importantes aportes financieros y diversos tipos de apoyo, en los últimos años ha destinado fondos propios al financiamiento de acciones para enfrentar localmente el cambio climático.

En el contexto del trabajo para desarrollar una estrategia de financiamiento climático (compromiso en su INDC), el Gobierno de Chile se encuentra im-

plementando medidas para definir y evaluar los recursos domésticos destinados a acciones relacionadas con cambio climático.

El MMA, en colaboración con el Ministerio de Hacienda y con apoyo del Programa LECB-Chile, en el periodo 2015-2016 se ha encargado de implementar el proyecto "Gasto Climático". Para evaluar el gasto público se está aplicando un piloto con una metodología denominada Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR), herramienta que evalúa los vínculos en tres áreas: política, institucionalidad y asignación de recursos en materia de cambio climático. Su aplicación permitirá apoyar el desarrollo de un marco fiscal integral climático, y mejorar la consistencia de las políticas públicas con las prioridades y compromisos adoptados por el país. Además, busca fortalecer las capacidades del sector público mediante una contabilidad consolidada de los recursos movilizados en materia de adaptación y mitigación. La aplicación se centra en los sectores Energía y Silvoagropecuario debido a la importancia de estos sectores en el total de emisiones de Chile.

Gracias a la ejecución del ejercicio piloto 2015 se han identificado las condiciones actuales de acceso, disposición y consistencia de la información requerida, además de las fortalezas y limitaciones de la metodología CPEIR para obtener una cifra robusta de gasto público en cambio climático. Para lograr ese objetivo será necesario perfeccionar la metodología y los elementos de la información disponible. En 2016 y dado el grado de avance, los aprendizajes y la vigencia del actual informe para la primera aproximación del gasto público en cambio climático, se ha estado realizando una nueva estimación y análisis del gasto público.

La información objetiva y disponible en este momento corresponde a los recursos destinados a proyectos e iniciativas climáticas desarrollados en Chile a través de la Agencia de Cooperación Internacional Chilena (AGCI), que lidera y coordina el trabajo de Chile en materia de cooperación internacional. En el caso de cambio climático se registran recursos de co-financiamiento para actividades bilaterales con los Gobiernos de Alemania y Suiza, que combinan beneficios climáticos con otros beneficios ambientales. El monto total para el periodo 2011-2016 alcanza los USD 20.370.000 (Tabla 6-21).

Archivo MMA.

Tabla 6-21. Apoyo entregado (nacional) a proyectos e iniciativas climáticas desarrolladas en Chile

Organismo				
Agencia de Cooperación Internacional Chilena (AGCI)				
Año	**Proyecto**	**Descripción**	**Sector**	**Contribución (USD)**
2014 (inicio)	Programa Solar (planta de concentración solar)	Desarrollado junto al Gobierno Alemán	Energía	20.000.000
2014 (inicio)	Programa Clima y Aire Limpio en Ciudades de América Latina	Desarrollado junto al Gobierno Suizo	Transversal	300.000
2014 (inicio)	Desarrollo de un sistema de ecoetiquetado nacional: oportunidades para compras públicas sustentables y beneficios relativos al cambio climático y biodiversidad	Desarrollado junto al Gobierno Alemán	Transversal	70.000
Total				**$ 20.370.000**

Fuente: AGCI

4. Proyectos de financiamiento

Se identifican cinco NAMA importantes para el país. En la Tabla 6-22 se resumen las NAMA chilenas inscritas en el NAMA Registry, incluyendo información del proyecto de secuestro de carbono a través del manejo sustentable de los suelos, iniciativa desarrollada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del Ministerio de Agricultura.

Para más información y detalles respecto de estas iniciativas, consultar los Anexos del Segundo Reporte Bienal de Actualización (2016), que se presentan a la CMNUCC en conjunto con esta Tercera Comunicación Nacional.

Santiago después de la lluvia.

Tabla 6-22. Acciones Nacionalmente Apropiadas (NAMA) de Chile

Nombre	Descripción	Sector y gases	Periodo	Reducción/ Captura 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	2015-2021	1,5 $MtCO_2e$	• Se adjudicaron €15MM a través de NAMA Facility. • El Nama Support Project (previo a la NAMA sectoriales, con distintos niveles de madurez y de información disponible. De ellas, cinco se encuentran registradas en el NAMA Registry de la CMNUCC. Algunas de las NAMA han sufrido cambios (implementación) y se encuentran en la etapa de planificación y preparación detallada.
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 $MtCO_2e$	Componente 1: 3 taxis eléctricos operativos. Componente 2: 1 bus eléctrico operativo. Componente 3: Sistema de bicicletas públicas implementado (18 estaciones); 2 nuevas ciclovías de alto estándar. Componente 4: 3 nuevos ejes de semipeatonalización implementados o en implementación; 100 cicleteros de superficie instalados. Progreso en reducción de emisiones se encuentra en estimación a julio 2016.

Nombre	Descripción	Sector y gases	Periodo	Reducción/ Captura de GEI estimada	Progreso
Apoyo al diseño e implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	Apoyo técnico y económico para el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base de la ENCCRV además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV.	Forestal/ LULUCF CO_2 CH_4 N_2O	2012-2025	42 $MtCO_2e$	Desarrollo de diversas actividades de preparación y validación que han permitido el desarrollo del documento de la ENCCRV. Consulta a nivel regional y nacional. Consulta ciudadana en proceso. Estimación del nivel de referencia entre regiones del Maule y Los Lagos. Identificación de causas de deforestación, devegetación, degradación de recursos vegetacionales y dificultades para aumentar los reservorios de carbono y otros co-beneficios asociados. Ejecución de proyectos para determinar modelos de gestión para diversas acciones relacionadas. Iniciando el diseño del sistema de MRV en conjunto con INFOR.
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.	Transversal	2012-2020	18,4 $MtCO_2e$	- 2015: se firman 17 acuerdos, acumulando 46 acuerdos desde 2012. - Reducción acumulada estimada: 2.224.083 tCO_2eq
Programa de valorización energética de residuos industriales (ex Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile)	Esta NAMA se encuentra en proceso de rediseño, cambiando su objetivo para conseguir un programa de valorización energética de residuos industriales.	Energía, Residuos CO_2; CH_4	Por definir	Potencial de reducción en estimación	El diseño original de esta NAMA presentaba dificultades para su implementación por lo que a través de apoyo internacional se encuentra en desarrollo un estudio para modificar el diseño y los objetivos de la NAMA, enfocándose en los beneficios energéticos del tratamiento de residuos industriales. Se espera contar durante 2016 con este nuevo diseño y con la estimación de reducciones potenciales.
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 se está trabajando con la intención de registrarla como NAMA ante la CMNUCC. 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 $MtCO_2e$[6]	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 CO 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: los contenidos de COS tienden a ser menores en los suelos sin quema. Posible interferencia del carboncillo residual de las quemas en las determinaciones analíticas. 6. Incorporación de compost: resultados son promisorios. 7. Con estas mediciones de campo, se intenta validar el modelo CENTURY, definido como el más apropiado para Chile.

6 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.

5. Oportunidades para la adaptación

Luego de las acciones propuestas en el PAN y los planes sectoriales ya elaborados, el primer paso será desarrollar proyectos piloto enfocados en algunas de las líneas de dichos planes. En los últimos años se ha avanzado principalmente en la búsqueda de fondos para implementar estos proyectos piloto, que permitirán obtener lecciones aprendidas y replicar las acciones en otros territorios, de modo de expandir la influencia de los respectivos resultados de las medidas propuestas en los planes.

Archivo MMA.

Una brecha clara que se presenta una vez que están definidas las acciones de adaptación es el desconocimiento de los fondos disponibles a los cuales postular los proyectos y la falta de capacidad para elaborar proyectos que cumplan con los requisitos específicos de cada fondo. Esta última se manifiesta en factores como el desconocimiento de cómo operan los distintos fondos, la escasez de consultores especializados que conozcan los procesos de postulación y puedan desarrollar proyectos adecuados, y la falta de horas-persona de los profesionales pertenecientes a las instituciones públicas involucrados en los temas en cuestión.

Sin perjuicio de lo anteriormente señalado, se ha logrado avanzar en el desarrollo de proyectos de adaptación. Recientemente se ha comenzado a ejecutar el proyecto "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean Region of O'Higgins"[7] (Recuadro 6-1), aprobado por el Fondo de Adaptación por un monto de USD 9,96 MM, que permitirá implementar, en modalidad de proyecto piloto, una serie de medidas extraídas del Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector Silvoagropecuario (MMA, 2013) en las zonas de agricultura de secano costero de la Región de O'Higgins, uno de los más vulnerables a los impactos del cambio climático (Adaptation Fund). Fue posible realizar este proyecto gracias a la estrecha colaboración entre el Ministerio de Agricultura, el MMA y la AGCID, la Entidad Implementadora Nacional (National Implementing Entity, NIE) que ha sido acreditada ante el Fondo de Adaptación.

[7] *www.adaptation-fund.org/project/enhancing-resilience-of-climate-change-of-the-small-agriculture-in-chilean-region-of-o-higgins/*

Recuadro 6-1. **Proyecto "Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean Region of O'Higgins"**

Archivo INIA

Ensayos previos desarrollados en la zona, que se extenderán a un gran número de agricultores gracias a este proyecto.

Las proyecciones climáticas y los estudios de vulnerabilidad realizados en el marco del Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Silvoagropecuario indican que la acción combinada del aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones agravará los procesos de desertificación y erosión de suelos, y aumentará la ocurrencia de sequías prolongadas y estrés hídrico, lo que afectará los cultivos y la ganadería tradicional de la zona (AGRIMED, 2013).

De acuerdo con el citado Plan de Adaptación sectorial, los agricultores del secano de la zona central de Chile, localizados entre las regiones de Valparaíso y Biobío, son parte de los grupos más vulnerables a los impactos del cambio climático. Entonces, la disponibilidad del recurso hídrico y el manejo agrícola serán clave para enfrentar las amenazas climáticas.

La Región de O'Higgins posee zonas agrícolas de riego y de secano con sistemas de manejo, tanto intensivos como extensivos, en las que trabajan pequeños, medianos y grandes productores. En esta región, el Ministerio de Agricultura mantiene una red de servicios y ya ha establecido actividades de desarrollo de capacidad y transferencia tecnológica. La implementación de las medidas de adaptación al cambio climático propuestas por el proyecto, que apuntan a cubrir las necesidades específicas de estas familias de agricultores, serán ejecutadas con su correspondiente proceso de monitoreo y evaluación.

De las 33 comunas que componen la Región de O´Higgins, se seleccionaron ocho (Paredones, Pichilemu, Marchihue, La Estrella, Litueche, Navidad, Lolol y Pumanque) para constituir el área del proyecto. Estas comunas se ubican en la zona de secano costero de la región.

En la elaboración de este proyecto participaron activamente sus potenciales beneficiarios mediante el desarrollo de talleres y la aplicación de encuestas.

El proyecto consta de dos componentes principales: el primero se dirige a entregar soporte y transferencia tecnológica respecto de las amenazas del clima mediante técnicas de manejo de agua, suelos, cultivos y especies animales de la zona, de manera de aumentar la capacidad de respuesta de las comunidades ante los efectos del cambio climático. Este componente considera la instalación de campos demostrativos en todas las comunas, y la provisión de un completo set de maquinaria agrícola específica en cada uno de ellos, que queda a disposición de los agricultores para que se capaciten en mejores prácticas. Con este componente también se construirá infraestructura de captación de aguas lluvia para más de 500 familias campesinas. El segundo componente mejorará los sistemas de alerta de riesgo climático mediante la instalación de nuevas estaciones de monitoreo y un método adecuado de difusión de la información y capacitación de la población.

El proyecto también contempla la difusión de buenas prácticas a otras regiones del país que presentan condiciones similares.

Fuente: INIA

En el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad" (MMA, 2014) se propuso desarrollar una Red Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad. El Climate Tecnology Center and Network (CTCN) de la CMNUC aportó con asistencia técnica en la primera fase de diseño de esta red de monitoreo, en la cual se definieron el marco conceptual, los indicadores, el protocolo de datos, los estándares de calidad y los requerimientos de software y hardware. Los resultados de este trabajo se compilaron en el documento "Diseño de una red de monitoreo de biodiversidad y cambio climático", que indica que esta red se debe establecer en tres fases: la fase 1, correspondiente a la identificación de las barreras técnicas y tecnológicas para la implementación, se completó con este estudio; en la fase 2 se implementará el sistema de monitoreo propuesto y se elaborará una política y marco normativo; y la fase 3, que corresponde al funcionamiento del sistema de monitoreo en el largo plazo, estará a cargo del MMA. Actualmente no se dispone de apoyo financiero para el desarrollo de las fases 2 y 3 de esta red de monitoreo. Esta medida de adaptación es de interés para el país y su realización significaría un gran avance en la implementación de políticas de cambio climático que el Estado de Chile impulsa (MMA, CTCN, CATIE, ICRAF, 2016).

El Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura (MMA, 2015) presenta un set de medidas relevantes para el sector, dentro de las cuales destacan el diseño e implementación de una Red Nacional de Monitoreo y Análisis de Biodiversidad Marina y de Aguas; el desarrollo de modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático; la inclusión de áreas acuáticas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) y la ejecución de medidas de adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático, entre otras. En 2014 el GEF aprobó el concepto del proyecto "Strengthening the adaptive capacity to climate change in the fisheries and aquaculture sector of Chile", elaborado en conjunto por la Subpesca y el MMA.

Recientemente se completó el Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Salud (MMA, 2016). Sin perjuicio de que, en esta primera etapa de implementación del plan se espera principalmente generar información de base para aplicar medidas de adaptación, se han definido algunas acciones concretas, como la reevaluación de las matrices de riesgo regionales considerando los riesgos a la salud asociados al cambio climático; la evaluación de la infraestructura de los servicios asistenciales de salud aplicando medidas para mejorar su capacidad de respuesta ante la ocurrencia de eventos extremos, y la identificación de zonas vulnerables a la disminución de disponibilidad de agua, estableciendo medidas que aseguren el abastecimiento.

En respuesta al llamado especial del Fondo de Adaptación, realizado en 2015, que pretende financiar proyectos regionales con medidas de adaptación al cambio climático, Ecuador y Chile, a través de la Agencia Implementadora CAF, presentaron conjuntamente el preconcepto de proyecto "Reducing climate vulnerability and flood risk in coastal urban and semi urban areas in cities in Latin America", que se enfoca en reducir los riesgos relacionados con el clima en tres ciudades costeras: Esmeraldas (Ecuador), Antofagasta y Taltal (Chile). El aumento del nivel del mar, la modificación de la estacionalidad de periodos húmedos y secos, y una ocurrencia más severa y frecuente de eventos extremos como tormentas costeras, lluvias intensas y el fenómeno ENSO, son impactos que se esperan para estas ciudades, lo que intensificará las amenazas meteorológicas y los desastres tales como inundaciones, deslizamientos de tierra y aludes, con sus correspondientes pérdidas humanas y económicas. El propósito del proyecto es aumentar la capacidad adaptativa de estas ciudades y obtener lecciones aprendidas que puedan ser replicables en otras áreas. El proyecto se estructura en torno a tres componentes: i) construcción de infraestructura gris y verde, que permitirá reducir directamente la vulnerabilidad ante inundaciones, y mejorar los sistemas de monitoreo y alerta a la población; ii) fortalecer las capacidades de las instituciones, gobiernos locales y poblaciones, y iii) difundir los resultados y lecciones aprendidas.

El proyecto, que beneficiará a 500.000 personas, será un insumo importante para el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, plan sectorial que actualmente elabora el MMA en conjunto con otros ministerios sectoriales. El proyecto fue aprobado en su etapa de preconcepto por un monto total de USD 13,9 MM, y actualmente se encuentra en revisión la propuesta definitiva para acceder a los fondos solicitados.

Bibliografía

Adaptation Fund (s/f). "Enhancing Resilience of Climate Change of the Small Agriculture in Chilean Region of O'Higgins". Recuperado de www.adaptation-fund.org/project/enhancing-resilience-of-climate-change-of-the-small-agriculture-in-chilean-region-of-o-higgins.

Banco Mundial (s/f). "Datos". Recuperado de http://datos.bancomundial.org/pais/chile.

Centro UC de Cambio Global (CCG-UC) (s/f). "Vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad y al cambio climático en la cuenca del río Maipo en Chile central". Recuperado de http://cambioglobal.uc.cl/index.php/en/proyectos/idrc.html.

Climate Investment Funds (CIF) (2016). Información de proyectos financiados por el Clean Technology Fund en Chile. Recuperado de www-cif.climateinvestmentfunds.org/country/chile.

EUROCLIMA (2014). "Euroclima: un programa de cooperación regional". Recuperado de www.euroclima.org.

International Partnership on Mitigation and MRV (2014). "About the Partnership". Recuperado de http://mitigationpartnership.net.

Low Emission Development Strategies Global Partnership (LEDS GP) (2012). "About the Partnership". Recuperado de http://ledsgp.org.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (2016). Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Salud. Santiago, Chile.

--- (2015). Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura. Santiago, Chile.

---- (2014). Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad. Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_Plan_Adaptacion_CC_Biodiversidad_Final.pdf.

--- (2013). Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Silvoagropecuario. Recuperado de www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_InstrumentoFinalCC_Silvoagropecuario.pdf.

MMA, Climate Technology Centre and Network (CTCN), CATIE y World Agroforestry Centre (ICRAF) (2016). Diseño de una red de monitoreo de biodiversidad y cambio climático. Recuperado de www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/red_monitoreo_chile_altar_39mb_1.pdf.

Mitigation Momentum (2013). "The Mitigation Momentum project". Recuperado de www.mitigationmomentum.org.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) (2016). "Summary data for key charts and tables summarising finance provided by DAC member". Recuperado de www.oecd.org/dac/environment-development/Climate-Finance-Summary-Data-and-Tables.xlsx.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2014). "Table 1: Human Development Index and its components". Recuperado de http://hdr.undp.org/en/composite/HDI.

Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (LARIOCC) (2012). "Quiénes somos". Recuperado de www.lariocc.es.

Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., y otros (2013). "Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad en un contexto de adaptación al cambio climático". Santiago: Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Siglas y acrónimos

Siglas y acrónimos

ACHEE : Agencia Chilena de Eficiencia Energética
AChM : Asociación Chilena de Municipalidades
AFOLU : Agriculture, forestry and other land uses (agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)
AIE : Agencia Internacional de Energía
AMCP : área marina costera protegida
AND : autoridad nacional designada
AAO : Oscilación Antártica
APL : Acuerdos de Producción Limpia
APSO : Anticiclón del Pacífico Sur Oriental
ASPROCER A.G. : Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile
BC : Banco Central de Chile
BID : Banco Interamericano de Desarrollo
BM : Banco Mundial (World Bank)
BNE : Balance Nacional de Energía
C : Confidencial
CAFV : Comité Asesor para el Punto Focal del Fondo Verde del Clima
CASEN : Caracterización Socioeconómica Nacional
CDB : Convenio sobre la Diversidad Biológica
CDKN : Alianza Clima y Desarrollo (sigla en alemán)
CFT : Centro de Formación Técnica
CH_4 : Metano
CICCS : Comité Intraministerial sobre Cambio Climático y Sustentabilidad
CIFES : Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables
CIFF : Children Investment Fund Foundation (CIFF)
CIREN : Centro de Información de Recursos Naturales
CIT : Ciencia, tecnología e innovación
CLP : pesos chilenos (moneda oficial del Estado de Chile)
CMIP5 : Coupled Model Intercomparison Project 5
CMN : Consejo de Monumentos Nacionales
CMNUCC : Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CMS : Consejo de Ministros para la Sustentabilidad
CN : Comunicaciones Nacionales
CNACG : Comité Nacional Asesor para el Cambio Global
CNE : Comisión Nacional de Energía
CNULD : Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CO : Monóxido de carbono
CO_2 : Dióxido de carbono
CO_2 eq : Dióxido de carbono equivalente
COCHILCO : Comisión Chilena del Cobre
CODELCO : Corporación Nacional del Cobre
CONAF : Corporación Nacional Forestal
CONAMA : Comisión Nacional del Medio Ambiente
CONICYT : Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
COP : Conference of Parties (Conferencia de las Partes)
CORECC : Comités Regionales de Cambio Climático
CORFO : Corporación de Fomento de la Producción
COVDM : Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
CPDN : Contribución prevista determinada nacionalmente
CPL : Consejo Nacional de Producción Limpia
CPR : Comercial, público y residencial
CR(2) : Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Universidad de Chile
CS : Country specific (país específico)
D : Por defecto
DA : Dato de actividad
DCC : Departamento de Cambio Climático
DIFROL : Dirección de Fronteras y Límites
DGA : Dirección General de Aguas
DIA : Declaración de Impacto Ambiental
DIMA : Dirección de Medio Ambiente y Asuntos Oceánicos
DIRECON : Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales
DIRECTEMAR : Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante
DS : Decreto Supremo
EAE : Evaluación ambiental estratégica
ENCCRV : Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
ENSO : Fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur
ENOS : El Niño-La Niña oscilación sur
ERNC : Energías renovables no convencionales
ETICC : Equipo Técnico Interministerial sobre Cambio Climático
EUROCLIMA : Programa de Cooperación Regional entre la Unión Europea y América Latina, enfocado en el Cambio Climático
Explora : Programa Nacional de Divulgación y Valoración de la Ciencia y Tecnología
FAO : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FE : Factor de emisión
FFA : Fondo Forestal Ambiental
FIA : Fundación para la Innovación Agraria
FMAM : Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FOLU : Forestry and other land uses (silvicultura y otros usos de la tierra)
FONDAP : Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación
FONDECYT : Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FONDEF : Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FPA : Fondo de Protección Ambiental
FMI : Fondo Monetario Internacional
FVC : Fondo Verde del Clima
GEI : Gas de efecto invernadero
Gg : Gigagramos (10^9 gramos)
GIZ : Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional)
GLP : Gas licuado de petróleo
GWh : Gigawatt hora
HFC : Hidrofluorocarbonos
IAI : Instituto Interamericano para el Cambio Global
IBA : Informe Bienal de Actualización
I+D : investigación y desarrollo
ICP : Iniciativa de Conservación Privada
ICM : Iniciativa Científica Milenio
IDH : Índice de desarrollo humano
IE : Included elsewhere (incluido en otro lugar)
IEA : International Energy Agency (Agencia Internacional de Energía)
IGM : Instituto Geográfico Militar
IIN : Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero
INDC : Intended Nationally Determined Contribution (Contribución prevista determinada nacionalmente)
INE : Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR : Instituto Forestal de Chile
INGEI : Inventario nacional de gases de efecto invernadero

INGEI2014	:	Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile serie 1990-2010. Presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su Primer Informe Bienal de Actualización (MMA, 2014)
INGEI2016	:	Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile serie 1990-2013. Presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su Segundo Informe Bienal de Actualización (MMA, 2016)
INIA	:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IP	:	instituto profesional
IPCC	:	The Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IPPU	:	Industrial processes and product use (procesos industriales y uso de productos)
IPSFL	:	Instituciones privadas sin fines de lucro
ISA	:	Anemia infecciosa del salmón
ISGEI	:	Inventario sectorial de gases de efecto invernadero
JAC	:	Junta de Aeronáutica Civil
JUNJI	:	Junta Nacional de Jardines Infantiles
LECB	:	Low Emission Capacity Building (Programa de fomento de capacidades para el desarrollo bajo en emisiones de carbono para Chile)
LGE	:	Ley General de Educación
MAPA	:	Maipo Plan de Adaptación
MDL	:	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MIDESO	:	Ministerio de Desarrollo Social
MINAGRI	:	Ministerio de Agricultura
MINDEFENSA	:	Ministerio de Defensa Nacional
MINECON	:	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
MINEDUC	:	Ministerio de Educación
MINENERGIA	:	Ministerio de Energía
MINMINERÍA	:	Ministerio de Minería
MINREL	:	Ministerio de Relaciones Exteriores
MINSAL	:	Ministerio de Salud
MINVU	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	:	Ministerio del Medio Ambiente
MN	:	Millas náuticas
MNt	:	monumento natural
MOP	:	Ministerio de Obras Públicas
MTT	:	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
NMM	:	nivel medio del mar
msnm	:	metros sobre el nivel del mar
MW	:	Megawatts
M_w	:	Magnitud momento
N_2O	:	Óxido nitroso
NA	:	No aplica
NAMA	:	Nationally Appropiated Mitigation Action (Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada)
NDC	:	Nationally determined contribution (contribución determinada a nivel nacional)
NE	:	No estimado
NO	:	No ocurre
NO_x	:	Óxidos de nitrógeno
OACI	:	Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)
OCC	:	Oficina de Cambio Climático
OCDE	:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODEPA	:	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
OMI	:	Organización Marítima Internacional
OMPI	:	Organización Internacional de la Propiedad Intelectual.
ONEMI	:	Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior
ONG	:	Organización no gubernamental
PANCC	:	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PANCD	:	Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación, Degradación de Tierras y Sequía
PCG	:	Potencial de calentamiento global
PDO	:	Oscilación decenal del Pacífico
PFC	:	Perfluorocarbonos
PIB	:	producto interno bruto
PM	:	parque marino
PMC	:	Plan de Mejoramiento Continuo
PMR	:	Partnership for Mitigation Readiness (Alianza de Preparación para los Mercados de Carbono)
PN	:	parque nacional
PNEDS	:	Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable
PNUD	:	Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	:	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PYMES	:	Pequeña y mediana industria
RCA	:	Resolución de Calificación Ambiental
RCM		regional climate model
RCP	:	Representative Concentration Pathways
REDD+	:	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
RETC	:	Registro de emisiones y transferencias de contaminantes
RF	:	reserva forestal
RILES	:	residuos industriales líquidos
RIOCC	:	Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático
RM	:	reserva marina
RN	:	reserva natural
RRGG	:	recursos genéticos
RSD	:	residuos sólidos domiciliarios
RSM	:	residuos sólidos municipales
SAG	:	Servicio Agrícola Ganadero
SAO	:	sustancias agotadoras de la capa de ozono
SAR	:	Segundo Informe de Evaluación del IPCC
SCAM	:	Sistema de Certificación Ambiental Municipal
SCH	:	sistema de la corriente de Humboldt
SDRS	:	sitios de disposición de residuos sólidos
SECS	:	Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable
SEREMI	:	Secretario Regional Ministerial
SERNAGEOMIN	:	Servicio Nacional de Geología y Minería
SERNAPESCA	:	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
SF_6	:	Hexafluoruro de azufre
SGCC	:	Sistema de Garantía y Control de la Calidad
SIC	:	Sistema Interconectado Central
SIDREP	:	Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos
SINADER	:	Sistema Nacional de Declaración de Residuos
SING	:	Sistema Interconectado del Norte Grande
SINIA	:	Sistema Nacional de Información Ambiental
SISS	:	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SMA	:	Superintendencia del Medio Ambiente
SNASPE	:	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
SNCAE	:	Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales
SNICHILE	:	Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile
SO_2	:	Dióxido de azufre
SRES	:	Special Report on Emissions Scenarios
SRT	:	Sistema de Registro Tabular
SUBDERE	:	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
SUBPESCA	:	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
T1	:	Tier 1 (método Nivel 1)
T2	:	Tier 2 (método Nivel 2)
T3	:	Tier 3 (método Nivel 3)
TCN	:	Tercera Comunicación Nacional
TJ	:	Terajoules
Toe	:	Ton of oil-equivalent (toneladas de equivalente a petróleo)
UNESCO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNICEF	:	Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas
USD	:	United States Dollars (dólares de los Estados Unidos de América)
USGS	:	United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos)
UTCUTS	:	Usos de la tierra, cambio de usos de la tierra y silvicultura
ZEE	:	Zona económica exclusiva

ANEXOS

Anexo I. Complemento de la exhaustividad

Las categorías no estimadas (NE) en el INGEI de Chile, serie 1990-2013, por falta de datos de actividad son las siguientes:

- 1.A.3.b.vi. Catalizadores basados en urea
- 1.A.5.a. Estacionaria
- 1.B.1.b. Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón
- 1.B.2.a.ii. Quema en antorcha
- 1.B.2.a.iii.3. Transporte
- 1.B.2.a.iii.4. Refinación
- 1.B.2.a.iii.5. Distribución de productos de petróleo
- 1.B.2.a.iii.6. Otros
- 1.B.2.b.ii. Quema en antorcha
- 2.A.4.a. Cerámicas
- 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa
- 2.A.4.c. Producción de magnesia no metalúrgica
- 2.A.4.d. Otros (especificar)
- 2.F.2. Agentes espumantes
- 2.F.5. Solventes
- 2.G.3. N_2O de usos de productos
- 3.A.1.j. Otras especies
- 3.A.2.j. Otras especies
- 3.B.1.a.v.4. Restitución
- 3.B.1.b.iii. Humedales
- 3.B.1.b.iv.1. Asentamientos convertidos en bosque nativo
- 3.B.1.b.v. Otras tierras
- 3.B.2.b.iii. Humedales
- 3.B.3.b.iv. Asentamientos
- 3.B.4.a. Humedales que permanecen como tales
- 3.B.4.b.iv. Asentamientos
- 3.B.4.b.v. Otras tierras
- 3.B.5.a. Asentamientos que permanecen como tales
- 3.B.5.b.iv. Humedales
- 3.B.6.a. Otras tierras que permanecen como tales
- 3.B.6.b.iv. Humedales

Las categorías no estimadas (NE) en el INGEI de Chile, serie 1990-2013, por falta de una metodología pertinente, son:

- 1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía

Las categorías incluidas en otro lugar (IE) en el INGEI de Chile, serie 1990-2013, por falta en la desagregación de los datos y la categoría en donde se incluyeron, se presentan en la Tabla A.I.1:

Tabla A.I.1.: Categorías incluidas en otro lugar (IE) y la correspondiente categoría que la incluye.

Categoría incluida en otro lugar (IE)	Categoría correspondiente
1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
1.A.2.b. Metales no ferrosos	1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería
1.A.2.g. Equipo de transporte	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.h. Maquinaria	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.j. Madera y productos de la madera	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.k. Construcción	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.l. Textiles y cueros	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos	1.A.4.a. Comercial / Institucional, 1.A.3.b. Transporte terrestre
1.A.4.c.i. Estacionaria	1.A.4.c.iii. Vehículo todoterreno y otra maquinaria, 1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.5.b. Móvil	1.A.4.a. Comercial / Institucional
1.A.5.c. Operaciones multilaterales	1.A.4.a. Comercial / Institucional
2.C.1. Producción de hierro y acero (CH4)	1.A.2.a. Industrias manufactureras y de la construcción

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Anexo II. Emisiones y absorciones de GEI de Chile en formato Parte no incluida en el anexo I de la Convención

Tabla A.II.1.a. 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. Año 1990

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO_2 (Gg)	Absorción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	COVDMs (Gg)	SO_2 (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	71.519,3	-81.963,3	514,3	24,5	132,0	933,0	99,3	255,2
1. Energía	30.405,6	0,0	118,1	1,1	123,0	608,5	99,3	255,2
A. Quema de combustible (Método sectorial)	30.403,0		28,0	1,1	120,1	578,7	86,9	255,2
1. Industria de la energía	5.822,2		0,1	0,1	30,3	12,9	0,2	114,5
2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.139,4		1,8	0,3	13,2	68,4	4,6	98,1
3. Transporte	9.061,5		2,5	0,4	60,9	132,0	19,6	9,5
4. Otros sectores	3.380,0		23,6	0,3	15,8	365,4	62,6	33,1
5. Otros (no especificados)	IE, NE		IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
B. Emisiones fugitivas de combustibles	2,6		90,1		2,9	29,9	12,4	0,0
1. Combustibles sólidos			22,9		NE	NE	9,3	NE
2. Petróleo y gas natural	2,6		67,1		2,9	29,9	3,2	NE
2. Procesos industriales	2.805,4	0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Productos minerales	982,8				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	572,9		2,0	0,5	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.249,7		0,0	NA, NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NO				NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Utilización de disolventes y otros productos	75,1			0,0			0,0	
4. Agricultura			277,3	22,0	5,1	187,1	0,0	0,0
A. Fermentación entérica			221,7					
B. Manejo del estiércol			43,5	0,6			0,0	
C. Cultivo del arroz			6,6				0,0	
D. Suelos agrícolas			NE	21,3			0,0	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			5,5	0,1	5,1	187,1	NE	
G. Otros			NO	NO	NO	NO	NO	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	38.233,1	-81.963,3	6,0	0,3	3,9	137,4	0,0	0,0
A. Tierras forestales	36.333,8	-81.932,3	5,9	0,3	3,8	135,2	NE	NE
B. Tierras de cultivo	332,3	-3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.174,8	-27,7	0,1	0,0	0,1	2,2	NE	NE
D. Humedales	0,4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	218,4	-0,1	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	173,5	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6. Residuos	0,0		110,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Disposición de residuos sólidos			91,5		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			19,0	0,6	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	NO		0,0	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,4	0,0	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas								
Búnker internacional	923,9		0,1	0,0	15,2	1,6	0,6	17,1
Aviación internacional	334,6		0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,6
Navegación internacional	589,3		0,1	0,0	14,5	1,4	0,5	16,5
Emisiones de CO_2 de la biomasa	12.001,1							

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.1.b. **INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF6. Año 1990**

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)							PFC's (Gg)	SF_6 (Gg)
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa	CF_4	
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otra producción	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,003
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO_2 de la biomasa									

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.2.a. 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. Año 1994

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO_2 (Gg)	Absorción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NO_x (Gg)	COVDMs (Gg)	SO_2 (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	86.593,9	-91.095,4	514,6	26,3	153,9	1.059,4	116,9	287,6
1. Energía	34.632,1	0,0	97,5	1,3	144,6	729,3	116,9	287,6
A. Quema de combustible (Método sectorial)	34.630,2		34,1	1,3	141,7	701,0	109,6	287,6
1. Industria de la energía	4.577,4		0,1	0,0	25,2	11,2	0,2	104,7
2. Industrias manufactureras y de la construcción	13.191,5		1,9	0,3	15,3	70,8	4,9	121,9
3. Transporte	12.298,9		3,4	0,6	82,9	176,3	22,1	17,2
4. Otros sectores	4.562,4		28,6	0,4	18,3	442,7	82,4	43,8
5. Otros (no especificados)	IE, NE		IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,9		63,5		3,0	28,3	7,3	0,0
1. Combustibles sólidos			9,5		NE	NE	3,3	NE
2. Petróleo y gas natural	1,9		53,9		3,0	28,3	4,0	NE
2. Procesos industriales	3.720,9	0,0	2,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Productos minerales	1.497,4				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	586,4		2,0	0,7	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.637,1		0,0	NA, NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NO				NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Utilización de disolventes y otros productos	86,2			0,0			0,0	
4. Agricultura			285,3	23,2	5,1	187,1	0,0	0,0
A. Fermentación entérica			226,5					
B. Manejo del estiércol			48,6	0,6			0,0	
C. Cultivo del arroz			6,1				0,0	
D. Suelos agrícolas			NE	22,5			0,0	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			4,0	0,1	5,1	187,1	NE	
G. Otros			NO	NO	NO	NO	NO	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	48.154,8	-91.095,4	6,2	0,4	4,2	143,0	0,0	0,0
A. Tierras forestales	46.207,4	-91.064,4	6,0	0,3	3,8	136,5	NE	NE
B. Tierras de cultivo	383,9	-3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.171,7	-27,7	0,2	0,0	0,4	6,5	NE	NE
D. Humedales	0,4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	218,3	-0,1	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	173,2	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6. Residuos	0,0		123,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Disposición de residuos sólidos			101,1		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			22,1	0,7	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	NO		0,0	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,4	0,0	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas								
Búnker internacional	1.715,4		0,1	0,0	15,2	1,6	0,6	17,1
Aviación internacional	655,6		0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,6
Navegación internacional	1.059,8		0,1	0,0	14,5	1,4	0,5	16,5
Emisiones de CO_2 de la biomasa	14.268,6							

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.2.b. **INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF6. Año 1994**

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)							PFC's (Gg)	SF_6 (Gg)
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa	CF_4	
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otra producción	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,003
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO_2 de la biomasa									

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.2.3.a. 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. Año 2000

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO_2 (Gg)	Absorción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NO_x (Gg)	COVDMs (Gg)	SO_2 (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	108.978,5	-100.561,7	547,6	29,3	210,6	1.216,2	153,3	304,4
1. Energía	49.367,0	0,0	102,3	2,0	204,0	978,2	153,3	304,4
A. Quema de combustible (Método sectorial)	49.365,3		40,7	2,0	200,6	946,2	147,4	304,4
1. Industria de la energía	14.855,1		0,2	0,2	44,3	22,6	0,4	107,4
2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.856,2		2,3	0,3	22,5	103,9	7,8	117,6
3. Transporte	16.946,8		4,3	1,0	111,1	225,2	28,7	33,2
4. Otros sectores	4.707,2		33,9	0,5	22,7	594,6	110,5	46,3
5. Otros (no especificados)	IE, NE		IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,7		61,6		3,5	32,0	5,9	0,0
1. Combustibles sólidos			3,5		NE	NE	0,8	NE
2. Petróleo y gas natural	1,7		58,1		3,5	32,0	5,1	NE
2. Procesos industriales	5.420,2	0,0	6,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Productos minerales	1.619,1				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	1.952,1		6,7	2,2	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.849,0		NO	NA, NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NO				NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Utilización de disolventes y otros productos	114,8			0,0			0,0	
4. Agricultura			288,6	24,3	5,1	187,1	0,0	0,0
A. Fermentación entérica			225,1					
B. Manejo del estiércol			54,9	0,9			0,0	
C. Cultivo del arroz			5,2				0,0	
D. Suelos agrícolas			NE	23,3			0,0	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			3,4	0,1	5,1	187,1	NE	
G. Otros			NO	NO	NO	NO	NO	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	54.076,5	-100.561,7	2,2	0,1	1,5	50,9	0,0	0,0
A. Tierras forestales	52.010,3	-100.530,8	2,2	0,1	1,4	49,3	NE	NE
B. Tierras de cultivo	504,6	-3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.169,6	-27,7	0,1	0,0	0,1	1,6	NE	NE
D. Humedales	0,4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	218,4	-0,1	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	173,2	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6. Residuos	0,1		147,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Disposición de residuos sólidos			122,9		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			24,4	0,8	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	0,1		0,0	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,4	0,0	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas								
Búnker internacional	3.082,1		0,2	0,1	15,2	1,6	0,6	17,1
Aviación internacional	1.046,4		0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,6
Navegación internacional	2.035,6		0,2	0,1	14,5	1,4	0,5	16,5
Emisiones de CO2 de la biomasa	18.952,6							

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.3.b. INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF6. Año 2000

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)							PFC's (Gg)	SF_6 (Gg)
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa	CF_4	
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otra producción	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,004
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO_2 de la biomasa									

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.4.a. 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. Año 2010

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO_2 (Gg)	Absorción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NO_x (Gg)	COVDMs (Gg)	SO_2 (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	144.567,1	-117.256,2	512,8	32,6	274,7	1.404,9	170,8	327,4
1. Energía	66.655,7	0,0	92,5	2,7	265,4	1.072,4	170,8	327,4
A. Quema de combustible (Método sectorial)	66.654,4		44,1	2,7	262,7	1.047,0	166,2	327,4
1. Industria de la energía	25.523,5		0,4	0,3	77,9	35,1	0,6	186,5
2. Industrias manufactureras y de la construcción	14.614,8		2,9	0,4	28,1	114,6	9,9	75,3
3. Transporte	20.403,6		4,5	1,5	121,3	263,8	44,3	14,9
4. Otros sectores	6.112,4		36,2	0,5	35,5	633,4	111,4	50,7
5. Otros (no especificados)	IE, NE		IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,3		48,4		2,7	25,4	4,6	0,0
1. Combustibles sólidos			1,9		NE	NE	0,8	NE
2. Petróleo y gas natural	1,3		46,5		2,7	25,4	3,7	NE
2. Procesos industriales	4.052,2	0,0	2,2	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Productos minerales	2.215,1				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	627,4		2,2	3,6	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.209,7		NO	NA, NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NO				NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Utilización de disolventes y otros productos	241,0			0,0			0,0	
4. Agricultura			247,5	24,8	5,1	187,1	0,0	0,0
A. Fermentación entérica			185,7					
B. Manejo del estiércol			55,3	1,0			0,0	
C. Cultivo del arroz			4,9				0,0	
D. Suelos agrícolas			NE	23,7			0,0	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			1,5	0,0	5,1	187,1	NE	
G. Otros			NO	NO	NO	NO	NO	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	73.618,0	-117.256,2	6,3	0,4	4,2	145,4	0,0	0,0
A. Tierras forestales	70.897,2	-117.131,8	6,2	0,3	3,9	140,5	NE	NE
B. Tierras de cultivo	689,3	-4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.186,1	-119,4	0,2	0,0	0,3	4,9	NE	NE
D. Humedales	12,5	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	269,3	-0,5	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	563,6	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6. Residuos	0,3		164,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Disposición de residuos sólidos			126,1		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			36,6	1,0	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	0,3		0,0	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			1,7	0,1	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas								
Búnker internacional	3.631,9		0,2	0,1	15,2	1,6	0,6	17,1
Aviación internacional	1.336,2		0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,6
Navegación internacional	2.295,7		0,2	0,1	14,5	1,4	0,5	16,5
Emisiones de CO_2 de la biomasa	21.752,6							

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.4.b. **INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF6. Año 2010**

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)							PFC's (Gg)	SF_6 (Gg)
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa	CF_4	
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	0,000	0,003	0,182	0,002	0,003	0,010	0,000	0,001	0,011
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	0,000	0,003	0,182	0,002	0,003	0,010	0,000	0,001	0,011
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otra producción	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	0,000	0,003	0,182	0,002	0,003	0,010	0,000	0,001	0,011
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO_2 de la biomasa									

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.5.a. 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. Año 2013

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO_2 (Gg)	Absorción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	COVDMs (Gg)	SO_2 (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	168.312,9	-122.044,2	562,9	35,4	165.623,4	1.508,3	13.032,1	449,1
1. Energía	81.823,1	0,0	98,1	3,8	165.617,3	1.285,0	13.032,1	449,1
A. Quema de combustible (Método sectorial)	81.821,6		56,2	3,8	165.615,4	1.270,9	13.025,7	449,1
1. Industria de la energía	38.320,4		1,2	0,6	146,4	92,4	1,8	333,4
2. Industrias manufactureras y de la construcción	13.807,4		7,5	1,0	30,5	153,9	13,8	64,6
3. Transporte	23.924,7		4,8	1,7	165.410,9	274,5	12.871,9	6,9
4. Otros sectores	5.769,1		42,7	0,6	27,5	750,2	138,2	44,1
5. Otros (no especificados)	IE, NE		IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,5		42,0		1,9	14,2	6,4	0,0
1. Combustibles sólidos			4,4		NE	NE	2,0	NE
2. Petróleo y gas natural	1,5		37,6		1,9	14,2	4,4	NE
2. Procesos industriales	4.218,2	0,0	0,5	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Productos minerales	2.496,7				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	137,3		0,5	4,0	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.584,3		NO	NA, NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NO				NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Utilización de disolventes y otros productos	142,0			0,0			0,0	
4. Agricultura			266,6	26,2	5,1	187,1	0,0	0,0
A. Fermentación entérica			204,0					
B. Manejo del estiércol			57,3	1,1			0,0	
C. Cultivo del arroz			4,2				0,0	
D. Suelos agrícolas			NE	25,1			0,0	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			1,1	0,0	5,1	187,1	NE	
G. Otros			NO	NO	NO	NO	NO	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	82.129,2	-122.044,2	1,6	0,1	1,1	36,1	0,0	0,0
A. Tierras forestales	79.370,9	-121.919,8	1,5	0,1	1,0	34,4	NE	NE
B. Tierras de cultivo	726,5	-4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.186,1	-119,4	0,1	0,0	0,1	1,7	NE	NE
D. Humedales	12,5	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	269,7	-0,5	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	563,6	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6. Residuos	0,3		196,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Disposición de residuos sólidos			153,6		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			41,2	1,1	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	0,3		0,0	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			1,3	0,1	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas								
Búnker internacional	2.919,1		0,1	0,1	15,2	1,6	0,6	17,1
Aviación internacional	1.697,0		0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,6
Navegación internacional	1.222,1		0,1	0,0	14,5	1,4	0,5	16,5
Emisiones de CO_2 de la biomasa	43.876,5							

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla A.II.5.b. INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF6. Año 2013

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)							PFC's (Gg)	SF_6 (Gg)
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa	CF_4	
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	0,007	0,050	0,228	0,002	0,049	0,019	0,000	0,001	0,013
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	0,007	0,050	0,228	0,002	0,049	0,019	0,000	0,001	0,013
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otra producción	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	0,007	0,050	0,228	0,002	0,049	0,019	0,000	0,001	0,013
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO_2 de la biomasa									

C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Anexo III.

Tabla AIII-1. Resumen de iniciativas realizadas en el país con apoyo internacional, periodo 2011-2016

Ámbito	Iniciativa	Donante/Organizador	Tipo de apoyo recibido		
			Recursos financieros	Creación de capacidad y asistencia técnica	Transferencia de tecnología
Programas que cuentan con apoyo internacional en recursos financieros					
R	Actividades de Apoyo para preparar la Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Global Environmental Facility	'		
R	Informe Bienal de Actualización (IBA)	Global Environmental Facility	'		
M, I	Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile)	Comisión Europea | República Federal de Alemania | Mancomunidad de Australia	'	'	
R, M, I	Information Matters	República Federal de Alemania	'.	'	
M	Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático (MAPS-Chile)	Confederación Suiza | The Children's Invest Fund Foundation	'		
M	Partnership for Market Readiness (PMR)	Banco Mundial	'		
Otras iniciativas y proyectos					
M	Administración eficiente de infraestructura y contratos en la industria del LNG (2016)	Reino Unido	'		
M	Diseño y evaluación de un mecanismo para demostrar ahorros de eficiencia energética (2016)	Reino Unido	'		
M	Promoviendo financiamiento verde: explorando oportunidades para bancos y bonos verdes (2016)	Reino Unido	'		
M	Desarrollo de una "calculadora 2050" para el sector energía basada en modelo británico (2016)	Reino Unido	'		
M	Integración del Cambio Climático al Sistema Nacional de Inversiones (2016)	Reino Unido	'		
M	Diseño de un esquema de presupuestos de GEI para el logro de objetivos de reducción de emisiones (2016)	Reino Unido	'		
M	Estrategia Nacional de Iluminación Eficiente (ENIE)/ Delivering the Transition to Energy Efficient Lighting (2013-2017)	GEF	'		
M	Diseño de un marco genérico para la MRV de las acciones de mitigación del cambio climático (2013)	Reino Unido	'		
M	Diseño de un programa para mejora tecnológica en buses del sistema de transporte público de Santiago (2014)	Reino Unido	'		
M	Expansión de los sistemas de autoabastecimiento con energía renovable no convencional en Chile (SSRE)	Alemania | Reino Unido (NAMA Facility)	'	'	
M	Plan de acción para la estrategia de energía sustentable de la ciudad de Antofagasta (2014)	Reino Unido	'		
M	Programa CALAC: Clima y aire limpio en ciudades de América Latina (2013-2015)	Confederación Suiza	'		
M	Sistema de Certificación de Cambio Climático para Municipalidades de Chile (2014)	Reino Unido	'		
T	Propuesta de marco legal e institucional para el cambio climático en Chile (2015)	Reino Unido	'		
M	Integración de planes de transporte en planificación urbana e impacto de emisiones	BID	'		

Ámbito	Iniciativa	Donante/Organizador	Tipo de apoyo recibido		
			Recursos financieros	Creación de capacidad y asistencia técnica	Transferencia de tecnología
Programas que cuentan con apoyo internacional en recursos financieros					
M	MRV de la Zona Verde de Santiago (2016)	CAF	'		
M	Valorización energética de residuos orgánicos/ Programa nacional para la catalización industrial y comercial en la gestión de residuos orgánicos en Chile (2015-2020)	Multilateral | LECB	'		
M	Apoyo en el Diseño de un Fondo Forestal Ambiental como herramienta de la arquitectura financiera de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de Chile (2015-2017)	ONU | REDD	'		
M	Eficiencia energética en la industria del cobre (2015)	Reino Unido	'		
M, A	Consideraciones para una estrategia financiera de cambio climático (2015)	Reino Unido	'		
M	Política de compras públicas sustentables	PNUMA | Reino Unido	'		
M	Diseño NAMA colegios sustentables	Fondo ADMIRE	'		
M	Programa de fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo de proyectos con ERNC de pequeña escala (2015-2017)	PNUD	'	'	
M	Apoyo a la agenda energética de Chile (2015-en ejecución)	BID	'		
M	Programa de Fomento al Desarrollo de Anteproyectos de Eficiencia Energética (2015-2018)	KFW	'		
M	Acciones de mitigación en Isla de Pascua (2013)	Reino Unido	'		
M	Apoyo regional para el desarrollo de NAMA	BID	'		
M	Diseño de un código de construcción sustentable para Chile (2014)	Reino Unido	'		
M	Apoyo para un Centro de Investigación para Economía de Bajo Carbono en la Universidad Mayor (2011)	Reino Unido	'		
M	Diseño de un programa para mejora tecnológica en buses del sistema de transporte público de Santiago (2014)	Reino Unido	'		
M	Diseño e implementación de la ENCCRV incluyendo la plataforma de generación y transacción de bonos de carbono del sector forestal de Chile (NAMA)	Confederación Suiza	'		
M	Diseño Zona Verde de transporte de Santiago (2011)	Reino Unido	'		
M	Diseño de mecanismo para financiamiento privado de proyectos de energías renovables (2012)	Reino Unido	'		
M	Fondo Cooperativo del Carbono (Etapa de pago por resultados 2015)	Banco Mundial	'		
M	Fondo Cooperativo del Carbono (Etapa de preparación 2015-2018))	Banco Mundial	'		
M	Hoja de ruta para una estrategia de energía marina de Chile (2013)	Reino Unido	'		
M	Diseño de estándar de eficiencia para taxis con bajas emisiones (2014)	Reino Unido	'		
M	Informe de energía marina (2011)	Reino Unido	'		
M	Medición de la huella de carbono de Isla de Pascua (2011)	Reino Unido	'		
M	Medición de la huella de carbono de Juan Fernández (2012)	Reino Unido	'		
M	Plataforma MRV para energías renovables (2012)	Reino Unido	'		
M	Metodología MRV para Transantiago (2013)	Reino Unido	'		
M	Paneles solares en Liceo Menesiano Sagrado Corazón (Llay-Llay)	Mancomunidad de Australia	'		
M	Promover el desarrollo del biogás con fines energéticos en pequeñas y medianas agroindustrias	Global Environmental Facility	'		

Ámbito	Iniciativa	Donante/Organizador	Tipo de apoyo recibido		
			Recursos financieros	Creación de capacidad y asistencia técnica	Transferencia de tecnología
Programas que cuentan con apoyo internacional en recursos financieros					
M	Registro nacional de acciones de mitigación de GEI (2013)	Reino Unido	'		
M	Sistema Integrado de Monitoreo y Evaluación de Ecosistemas Forestales en apoyo de políticas, normativa y prácticas de manejo forestal sustentable (SFM) incorporando REDD+ y conservación de biodiversidad en ecosistemas forestales	Global Environmental Facility	'		
A	Evaluación de servicios ecosistémicos y de riesgos por cambio climático en cuencas hidrográficas de Chile y México	Fondo Chile-México	'		
A	Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) en ciudades intermedias de Chile (2015-2017)	BID	'		
A	Valorización e inclusión de los objetivos de biodiversidad en los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT) en el contexto de la adaptación al cambio climático	GEF	'		
A	Enhancing resilience to climate change of the small agriculture of O'Higgins Region in Chile (2016-2019)	Multilateral | Fondo de Adaptación	'		
A	Reducing climate vulnerability and flood risk in coastal urban and semi urban areas in cities in Latin America/ Chile+Ecuador (2016-2019)	Multilateral | CAF	'		
A	Soluciones ecosistémicas para la protección de infraestructura y comunidades en sitio piloto Nevados del Chillán, en el marco de la adaptación al cambio climático (2013-2017)	No disponible	'		
A	Marco Estratégico para la Adaptación de la Infraestructura al Cambio Climático	Gobierno de Canadá	'		
A	Design of a terrestrial, aquatic and marine biodiversity monitoring network in the context of climate change (2014-2015)	CMNUCC	'		
Principales iniciativas internacionales con participación permanente de Chile					
R, M, I	Information Matters	República Federal de Alemania		'	
M, A	Euroclima	Comisión Europea		'	
M, A	Plataforma Regional para Latinoamérica y el Caribe: LEDS LAC	Multilateral		'	
M, A	Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (LARIOCC)	Reino de España		'	
M, I	Global Research Alliance (GRA)	Nueva Zelanda | GRA		'	'
M, N	International Partnership on Mitigation and MRV	República Federal de Alemania | República de Sudáfrica | República de Corea		'	
M, N	Mitigation Action Implementation Network (MAIN)	República Federal de Alemania | Reino de Dinamarca | Canadá		'	
M	The Mitigation Momentum project	República Federal de Alemania | Banco Mundial		'	
N, M, A	Diálogo de Cartagena para la Acción Progresiva	Multilateral		'	
N	Ambition Leaders: Supporting the AILAC countries at the climate negotiations	República Federal de Alemania		'	
Otras iniciativas relacionadas con creación de capacidades y asistencia técnica					
M, I	Cambio climático y ganadería: cuantificación y opciones de mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de origen bovino en condiciones de pastoreo	Fontagro		'	
M	Actualización del diseño de la Zona Verde para el transporte de Santiago	BID		'	
M	Assessing the impact on SOC content of soil conservation management practices as a source of information for decision makers to develop a NAMA	Canadá		'	'

Ámbito	Iniciativa	Donante/Organizador	Tipo de apoyo recibido		
			Recursos financieros	Creación de capacidad y asistencia técnica	Transferencia de tecnología
Programas que cuentan con apoyo internacional en recursos financieros					
M	Eficiencia energética y cogeneración en hospitales públicos (proyecto piloto)	República Federal de Alemania		'	
M	Energías Renovables No Convencionales - Fase II	República Federal de Alemania		'	
M	Estrategias de expansión de las energías renovables en los sistemas eléctricos interconectados	República Federal de Alemania		'	
M	Fortalecimiento técnico e institucional de la eficiencia energética	República Federal de Alemania		'	
M	NAMA Proposal: Self-supply renewable energy (SSRE) in Chile	The Mitigation Momentum project		'	
M	Programa nacional para la catalización industrial y comercial en la gestión de residuos orgánicos en Chile	CAF		'	
M	Terrenos de propiedad fiscal para proyectos de generación energética a partir de energías renovables	República Federal de Alemania		'	
A	Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático	Environment Canada		'	
Iniciativas relacionadas con transferencia de tecnología					
M	Energía solar para generación de electricidad y calor	República Federal de Alemania			'
M	Fomento de la energía solar (enfoque en CSP)	República Federal de Alemania			'
I	Equipamiento para medición de GEI	Mancomunidad de Australia		'	'
A	Caracterización fenotípica de alta precisión en trigo: Mejoramiento genético para lograr especies cultivadas tolerantes a la sequía	Fontagro			'
A	El desafío de lograr variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático	Fontagro | Fondo Banco Interamericano de Desarrollo (SECCI)			'
Talleres, cursos y seminarios relacionados con creación de capacidades y asistencia técnica					
M	The VIIIth REDD+ Capacity Building Programme	Servicio Forestal de Corea (KFS)		'	
M	Taller de circunscripción ampliado del Fondo Mundial para el Medio Ambiente para países de Sudamérica	GEF		'	
M	Taller de intercambios de experiencias en materia de salvaguardas sociales y ambientales	Fondo Chile-México		'	
M	Análisis sobre el involucramiento en distintos esquemas de pagos por resultados de REDD+	Secretariado de ONU |REDD		'	
M	Taller Euroclima sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía	Joint Research Center		'	
M	Collecting the lessons learned from early UNFCCC REDD+ Reference Levels	Environmental Defense Fund | International Union for the Conservation of Nature | The Nature Conservancy | Union of Concerned Scientists |World Wildlife Fund		'	
M	Study visit to the UK in the context of the FCO funded Project "Carbon Budget framework for Chile"	UK FCO |LECB		'	
M	Diálogos multisectoriales y participación efectiva para el desarrollo compatible con el clima en Latinoamérica	CDKN		'	
M	Experiencias exitosas frente al cambio climático en América Latina y seguimiento del Programa Peer to Peer	Euroclima |Cepal | EuropeAid		'	
M	Taller regional "Contribuciones Nacionales: Retos para la implementación y el monitoreo de INDC"	International Partnership in Mitigation and MRV | Partnership for Market Readiness		'	
M	Curso de entrenamiento en sistemas de emisión transables para países emergentes y en desarrollo	ICAP		'	
M	LECB Programme NAMA Net Introductory Meeting	Low Emission Capacity Building-Chile		'	
M	Taller LAC de MRV de NAMA como elemento clave de sistemas nacionales de MRV	International Partnership on Mitigation and MRV | Partnership for Market Readiness		'	

Ámbito	Iniciativa	Donante/Organizador	Tipo de apoyo recibido		
			Recursos financieros	Creación de capacidad y asistencia técnica	Transferencia de tecnología
Programas que cuentan con apoyo internacional en recursos financieros					
M	Taller regional de LAC para involucrar al sector privado en la mitigación del cambio climático	LECB internacional		'	
M	Taller sobre ciclo de vida y el MRV de NAMA	LECB-Chile		'	
M	5° diálogo regional latinoamericano de MAIN sobre el desarrollo de NAMA	Center for Clean Air Policy		'	
M	Attracting Climate Finance for Low Emission Development	Low Emission Capacity Building-Chile		'	
M	Development and Mitigation Forum	MAPS International | Energy Research Center |University of Cape Town		'	
M	Policy and Action Standard and Mitigation Goals Standard (Pilot Testing and Technical Working Group)	World Resources Institute		'	
M	Autumn School on MRV -today, tomorrow and the future	International Partnership on Mitigation and MRV		'	
M	Curso de entrenamiento en sistemas de emisión transables para países emergentes y en desarrollo	ICAP		'	
M	Hands-on training workshop in Mitigation Assessment	CMNUCC		'	
M	LECB-Programme: Technical Workshop on NAMAs	Low Emission Capacity Building-Chile		'	
M	Taller sobre enfoque *bottom up* para MRV de políticas, acciones y medidas de reducciones de GEI en el sector Energía de Chile	International Partnership on Mitigation and MRV		'	
M	Gira técnica forestal a Nueva Zelanda	Nueva Zelanda		'	
M, R	UNDP global workshop on NDCs	PNUD		'	
M, R	NDC regional dialogue	PNUD		'	
R	Workshop on the revision of the guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part II: UNFCCC reporting guidelines on national communications	CMNUCC		'	
R	Technical analysis of biennial update reports (BURs) from developing country Parties	CMNUCC		'	
R	Intercambio entre pares bajo el proyecto Information Matters - Experiencias y lecciones aprendidas para sistemas de reporte sostenibles	Information Matters Project |Gobierno alemán		'	
R	Expert Workshop to review draft materials for the training programme for the technical team of experts (TTE)	CMNUCC		'	
R	First LAC Technical Dialog on INDCs	LECB Internacional		'	
R	Taller de entrenamiento para LAC sobre la preparación del IBA de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC	CMNUCC		'	
R	Global training workshop on the preparation of BURs	CMNUCC		'	
I, M	Primera conferencia de GEI en sistemas agropecuarios de América Latina (GALA)	LECB internacional		'	
I, M	Programa coreano de entrenamiento en INGEI y modelos de mitigación	República de Corea		'	
I	Cooperación entre los ministerios del medio ambiente de Chile y Nueva Zelanda	Nueva Zelanda		'	
I	Curso de capacitación en cuantificación de GEI en sistemas ganaderos	Nueva Zelanda | Fontagro		'	
I	Taller de entrenamiento para la región LAC en el uso del software de la CMNUCC para los INGEI de las Partes no-Anexo I	CMNUCC		'	
I	Taller latinoamericano sobre sistemas nacionales de inventarios de GEI	LECB internacional | IPCC		'	

Ámbito	Iniciativa	Donante/Organizador	Tipo de apoyo recibido		
			Recursos financieros	Creación de capacidad y asistencia técnica	Transferencia de tecnología
Programas que cuentan con apoyo internacional en recursos financieros					
I	Reunión y entrenamiento de expertos del IPCC sobre las directrices del IPCC de 2006 y el software para el cálculo y compilación de los INGEI.	IPCC		'	
I	Taller de entrenamiento para revisor experto de INGEI.	CMNUCC		'	
A	Seminario "Impactos del cambio climático, vulnerabilidad y adaptación", resultados del 5° Reporte de Evaluación del Cambio Climático del IPCC.	IPCC		'	
T	Curso de capacitación especializada en la gestión del CC para hacedores de política pública a nivel municipal en Chile.	Reino Unido - Fondo Newton Picarte		'	

Tabla AIII-2 Talleres, cursos y seminarios relacionados con la creación de capacidades y asistencia técnica, periodo 2011-2016

Ámbito	Año	Iniciativa	Objetivo	Donante/Organizador
M	2016	The VIIIth REDD+ Capacity Building Programme.	Intercambiar experiencias exitosas en materia de enfoques de políticas e incentivos positivos sobre REDD+ entre Corea y países de América Latina y el Caribe.	Servicio Forestal de Corea (KFS)
M	2016	Taller de Circunscripción Ampliado del Fondo Mundial para el Medio Ambiente para países de Sudamérica.	Exponer el desempeño de las nuevas políticas, procedimientos y enfoques integrados del GEF6 de cara al siguiente ciclo de reposición 7; la estrategia de largo plazo GEF 2020 y realizar acciones concretas para eventualmente iniciar instancias de negociación prácticas para el desarrollo de proyectos para el GEF7.	GEF
M	2016	Taller de intercambios de experiencias en materia de salvaguardas sociales y ambientales.	Intercambiar las experiencias de los países presentes (México, Colombia y Chile) para conocer los avances de formulación de los requerimientos nacionales e internacionales que han desarrollado en sus Estrategias Nacionales y políticas REDD+ y cómo se están abordando y respetando las salvaguardas sociales y ambientales en este contexto.	Fondo Chile-México
M	2016	Análisis sobre el involucramiento en distintos esquemas de pagos por resultados de REDD+.	Analizar y comparar las implicaciones de la participación de los países en distintos esquemas de pagos por resultados de REDD+.	Secretariado de ONU|REDD
M	2016	Taller EUROCLIMA sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía.	Analizar el uso de la herramienta de alerta temprana TerraMA2 y los productos globales generados por el Joint Research Center de la Comisión Europea.	Joint Research Center
M	2016	Collecting the lessons learned from early UNFCCC REDD+ Reference Levels.	Recolectar y analizar las experiencias y lecciones aprendidas en la construcción, presentación y revisión de niveles de referencia REDD+ ante la CMNUCC.	Environmental Defense Fund |International Union for the Conservation of Nature | The Nature Conservancy | Union of Concerned Scientists |World Wildlife Fund
M	2016	Study visit to the UK in the context of the FCO funded Project "Carbon Budget framework for Chile".	Desarrollar un sistema de seguimiento del progreso de las metas de reducción de GEI a partir de la experiencia de Reino Unido. Incluye una visita de estudio para reunirse con el Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido, con el fin de intercambiar experiencias y mejores prácticas sobre el establecimiento de hitos intermedios de reducción.	UK FCO |LECB
R	2016	Regional training workshop for the Latin America and Caribbean region on the preparation of biennial update reports (BURs).	Mejorar la capacidad de los expertos nacionales de las Partes no-Anexo I en el uso de las "Directrices para la elaboración de Informes Bienales de Actualización para las Partes actualización no incluidas en el anexo I de la Convención Marco" y para dar a conocer el proceso de consulta y análisis internacional.	CMNUCC
M	2016	Diálogos multisectoriales y participación efectiva para el desarrollo compatible con el clima en Latinoamérica.	Conocer diferentes experiencias de procesos participativos relacionados con proyectos de cambio climático, para que los procesos de toma de decisiones sean transparentes y sustentables, facilitando además las relaciones entre los sectores público, privado y de la sociedad civil. Taller realizado en Lima, Perú.	CDKN

Ámbito	Año	Iniciativa	Objetivo	Donante/Organizador
M, R	2016	UNDP global workshop on NDCs.	Facilitar el intercambio de opiniones entre países respecto al proceso de implementación de NDC. Taller realizado en Bruselas, Bélgica.	PNUD
M, R	2016	NDC regional dialogue.	Facilitar el intercambio de opiniones entre países respecto al proceso de implementación de NDC. Taller realizado en San José, Costa Rica.	PNUD
T	2016	Curso de capacitación especializada en la gestión del cambio climático para hacedores de política pública a nivel municipal en Chile.	Transmitir metodologías y conocimientos para la elaboración de medidas y planes de adaptación y mitigación al cambio climático, considerando todas las etapas del proceso, desde su diseño hasta implementación y evaluación.	Reino Unido | Fondo Newton Picarte
R	2016	Workshop on the revision of the guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part II: UNFCCC reporting guidelines on national communications.	Discutir la revisión de las directrices de reporte para Comunicaciones Nacionales de la CMNUCC, basándose en los paper técnicos preparados por la secretaría de la Convención. Los resultados de este taller serán usados como inputs en la discusión de las nuevas guías revisadas bajo las negociaciones del "Cuerpo subsidiario para la implementación" (SBI).	CMNUCC
R	2016	Technical analysis of biennial update reports (BURs) from developing country Parties.	Desarrollar el análisis técnico de los Informes Bienales de Actualización de México, Uruguay y Líbano, según lo estipulado en la Decisión 1/CP.16, párrafo 63, de la Conferencia de las Partes firmantes de la CMNUCC. El objetivo principal es ayudar a dichos países a identificar sus necesidades de creación de capacidades en los diversos aspectos contemplados en dicho documento.	CMNUCC
M	2016	Experiencias Exitosas Frente al Cambio Climático en América Latina y Seguimiento del Programa Peer to Peer.	Apoyar el intercambio de experiencias exitosas entre países de América Latina y fomentar la cooperación sur-sur entre los países miembros del programa EUROCLIMA.	EUROCLIMA | CEPAL |EuropeAid
R	2015	Intercambio entre pares bajo el proyecto Information Matters - Experiencias y lecciones aprendidas para sistemas de reporte sostenibles.	Intercambiar experiencias entre los cuatro países participantes del proyecto Information Matters (Chile, República Dominicana, Filipinas, Ghana) en el proceso de preparación de reportes nacionales relacionados con mitigación de GEI y elaborar sistemas sustentables de MRV.	Information Matters Project | Gobierno alemán
M	2015	Taller Regional "Contribuciones Nacionales: Retos para la implementación y el monitoreo de INDC".	Crear una instancia para que equipos nacionales de decisores políticos y expertos técnicos, de diez países de la región de América Latina y el Caribe miembros de distintas alianzas globales, compartan experiencias y retos en el desarrollo de sus contribuciones nacionales al acuerdo de París.	International Partnership in Mitigation and MRV | Partnership for Market Readiness
R	2014	Expert Workshop to review draft materials for the training programme for the technical team of experts (TTE).	Revisar y discutir las directrices propuestas por el CGE para el desarrollo de los cursos de analistas expertos de Informes Bienales de Actualización para los países no pertenecientes al Anexo I de la Convención.	CMNUCC
R	2014	First LAC Technical Dialog on INDCs.	Apoyar a los países en el proceso de preparación y puesta en marcha de sus INDC. El diálogo se desarrolló en Lima, Perú.	LECB Internacional
R	2014	Taller de entrenamiento para LAC sobre la preparación del IBA de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC.	Proveer apoyo técnico a las Partes no-Anexo I para reportar la información en sus respectivos IBA, en conformidad con el anexo III de la decisión 2 de la Conferencia de las Partes 17 (Durban, 2011), usando el material de entrenamiento desarrollado por el CGE de la CMNUCC. El taller se realizó en Ciudad de Panamá.	CMNUCC
R	2013	Global training workshop on the preparation of BURs.	Entrega de apoyo técnico a las partes no-Anexo I sobre cómo reportar la información en sus IBA en relación al Anexo III de la decisión 2 de la COP 17 utilizando materiales de entrenamiento desarrollados por el GCE; y tener retroalimentación sobre los materiales de entrenamiento, incluyendo el diseño y el contenido técnico para asegurar que estos materiales cumplan efectivamente en satisfacer las necesidades asistencia de los países no-Anexo I. El taller se realizó en Bonn, Alemania.	CMNUCC
M	2014	Curso de entrenamiento en Sistemas de Emisión Transables para países emergentes y en desarrollo.	Entregar a los participantes los conocimientos acerca de los sistemas de emisión transables, de las experiencias de los países que ya cuentan con este sistema y las lecciones aprendidas, con el objeto de impulsar su aplicación en los países en desarrollo y aportar a las reducciones de emisiones para la mitigación del cambio climático. El curso fue desarrollado en Santiago de Chile.	ICAP

Ámbito	Año	Iniciativa	Objetivo	Donante/Organizador
M	2014	LECB Programme NAMA Net Introductory Meeting.	Presentar la visión de NAMA-Net para apoyar los proyectos LECB (incluyendo conclusiones clave de las reuniones anteriores); introducir los alcances de los consorcios consultores y acordar un plan de trabajo inicial para entregar el apoyo técnico; e identificar recomendaciones de países sobre cómo los países pueden compartir conocimiento y buenas prácticas. El taller se realizó en Nueva York, Estados Unidos.	Low Emission Capacity Building-Chile
M	2014	Taller LAC de MRV de NAMA como elemento clave de sistemas nacionales de MRV.	Contribuir al intercambio de buenas prácticas y al fomento de capacidades para el desarrollo de sistemas de MRV de NAMA en LAC; explorar posibles similitudes y diferencias centrales entre procesos de MRV aplicables al reporte de GEI en instalaciones y NAMA; y discutir aspectos fundamentales para reflejar el impacto de NAMA en INGEI y en los reportes nacionales. El taller se realizó en Ciudad de México.	International Partnership on Mitigation and MRV | Partnership for Market Readiness
M	2014	Tercer Taller regional LEDS LAC para involucrar al sector privado en la mitigación del cambio climático.	Iniciar un diálogo para incluir al sector privado en temas de cambio climático; discutir experiencias en el sector privado relacionadas con mitigación y NAMA; involucrar a varios actores en la discusión de políticas y aproximaciones innovadoras para apoyar la mitigación y NAMA; e intercambiar lecciones aprendidas en la mejora de las condiciones de mercado para impulsar la inversión privada. El taller se realizó en Santiago de Chile.	LECB Internacional
M	2014	Taller sobre ciclo de vida y el MRV de NAMA	Conocer los principales antecedentes y conceptos sobre NAMA, aspectos y pasos más relevantes para identificar y desarrollar NAMA, información en el NAMA Idea Note (NINO); presentar casos de estudio de NAMA; conocer los principales conceptos y consideraciones clave para MRV de GEI de NAMA, pasos para la elección e implementación del sistema MRV adecuado; y presentar un caso de estudio de MRV para una NAMA. El taller se realizó en Santiago de Chile.	LECB-Chile
M	2013	5º diálogo regional latinoamericano de MAIN sobre el desarrollo de NAMA	Analizar la inversión para un desarrollo bajo en emisiones; las oportunidades de financiamiento de NAMA; superar barreras a la mitigación en el sector residuos; identificar el camino en un futuro de energía limpia, creando un marco político efectivo. El taller se realizó en Lima, Perú.	Center for Clean Air Policy
M	2013	Attracting Climate Finance for Low Emission Development	Presentar a los participantes experiencias nacionales y buenas prácticas para un desarrollo bajo en emisiones; Financiamiento del clima; y modelos para determinar cómo crear un contexto que facilite dicho desarrollo (combinación de ambos dos temas anteriores) para catalizar la inversión en un desarrollo bajo en emisiones. El taller se realizó en Hanói, Vietnam.	Low Emission Capacity Building-Chile
M	2013	Development and Mitigation Forum.	Proveer espacio para investigadores, profesionales y expertos del mundo en temas de mitigación climática para mostrar y discutir sus trabajos desarrollados en el marco del desafío de enfrentar el cambio climático. El foro se desarrolló en Ciudad del Cabo, Sudáfrica.	MAPS International | Energy Research Center-University Cape Town
M	2013	Policy and Action Standard and Mitigation Goals Standard (Pilot Testing and Technical Working Group).	Compartir la retroalimentación de los participantes piloto en cuanto al uso práctico de los borradores de los estándares Policy and Action Standard y Mitigation Goals Standard", piloteados en diferentes países y/o ciudades; entender cómo la evaluación del piloto apoyará los objetivos de la política o acción; y discutir y recomendar revisiones a los borradores del estándar basadas en la retroalimentación sobre los resultados de las evaluaciones para considerarlas para las versiones finales de los estándares. El taller se realizó en Washington DC, Estados Unidos.	World Resources Institute
M	2012	Autumn School on MRV - today, tomorrow and the future.	Apoyar actividades relacionadas con la mitigación y MRV entre países en desarrollo y los países desarrollados con el fin de ayudar a cerrar las brechas en los desafíos globales. El curso se llevó a cabo en Berlín, Alemania.	International Partnership on Mitigation and MRV
M	2012	Curso de entrenamiento en sistemas de emisión transables para países emergentes y en desarrollo.	Entregar a los participantes los conocimientos acerca de los sistemas de emisión transables, de las experiencias de los países que ya cuentan con este sistema y las lecciones aprendidas, con el objeto de impulsar su aplicación en los países en desarrollo y aportar a las reducciones de emisiones para la mitigación del cambio climático. El curso fue desarrollado en Dublín, Irlanda.	ICAP
M	2012	Hands-on training workshop in Mitigation Assessment.	Continuar la implementación del programa de trabajo del CGE para el año 2012, aprobado por el SBI en su Sesión XXXII en Junio de 2010, a través del apoyo a la actividad "UNFCCC Hands-On Training Workshop for the LAC region on mitigation assessment"; y proveer a los participantes una introducción al propósito, pasos clave y consideraciones de diseño relevantes en el proceso de realizar una evaluación de acciones de mitigación de GEI, y los temas involucrados en la construcción de estas evaluaciones para crear planes de acción nacionales más detallados. La actividad se realizó en St. Marys, Antigua y Barbuda.	CMNUCC

Ámbito	Año	Iniciativa	Objetivo	Donante/Organizador
M	2012	LECB-Programme: Technical Workshop on NAMAs.	Iniciar el trabajo técnico en escenarios de referencia como una base para construir NAMA y LEDS; facilitar el intercambio de lecciones aprendidas entre los países parte del programa; discutir aspectos técnicos y políticos relevantes asociados a escenarios de referencia, NAMA, LEDS, sistemas de MRV, incluyendo el fortalecimiento institucional para la toma de decisiones; e identificar acciones de seguimiento para asistir a países con la implementación de los proyectos incluyendo asistencia técnica y prioridades de entrenamiento. El taller se realizó en Marrakech, Marruecos.	Low Emission Capacity Building-Chile
M	2012	Taller sobre enfoque *bottom up* para MRV de políticas, acciones y medidas de reducciones de GEI en el sector Energía de Chile.	Desarrollar una estrategia *bottom up* para las políticas de MRV, medidas y acciones en el sector energético de Chile. Taller realizado en Santiago de Chile.	International Partnership on Mitigation and MRV
M	2011	Gira técnica forestal a Nueva Zelanda.	Conocer el esquema de transacción de emisiones de Nueva Zelanda, la Iniciativa de Bosques Permanentes como Sumidero, y aspectos de MRV de ambos sistemas. La gira se realizó en Nueva Zelanda.	Nueva Zelanda
I, M	2014	Primera conferencia de GEI en sistemas agropecuarios de América Latina (GALA).	Capacitar a personas involucradas en la generación de factores de emisión locales en países de América Latina y El Caribe. La conferencia se realizó en Osorno, Chile.	LECB Internacional
I, M	2012	Programa coreano de entrenamiento en INGEI y modelos de mitigación.	Creación y fortalecimiento de capacidades en países en desarrollo, específicamente en temas de INGEI y modelación de mitigación. El curso se realizó en Inchon, República de Corea.	República de Corea
I	NA	Cooperación entre los ministerios del medio ambiente de Chile y Nueva Zelanda.	Cooperación en torno a INGEI y estrategias de desarrollo bajas en carbono.	Nueva Zelanda
I	2014	Curso de capacitación en cuantificación de GEI en sistemas ganaderos.	Capacitar a investigadores en la generación de factores de emisión locales en países de LAC. El curso se realizó en Osorno, Chile.	Nueva Zelanda | Fontagro
I	2014	Taller de entrenamiento para la región LAC en el uso del software de la CMNUCC para los INGEI de las Partes no-Anexo I .	Crear capacidades en los expertos latinoamericanos y del Caribe en el uso del software para los Inventarios Nacionales de GEI de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC.	CMNUCC
I	2013	Taller latinoamericano sobre sistemas nacionales de inventarios de GEI.	Incrementar las capacidades gubernamentales en la elaboración de inventarios nacionales de GEI a través de la implementación de robustos sistemas nacionales de inventarios de GEI. El taller se realizó en Santiago de Chile.	LECB internacional | IPCC
I	2012	Reunión y entrenamiento de expertos del IPCC sobre las directrices del IPCC de 2006 y el software para el cálculo y compilación de los INGEI.	Crear capacidades en los compiladores de INGEI para la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 para los INGEI y el uso del respectivo software. La reunión se realizó en Bali, Indonesia.	IPCC
I	2012	Taller de entrenamiento para revisor experto de INGEI.	Crear capacidades en la revisión de INGEI, para que expertos nacionales colaboren con la evaluación de reportes de emisiones para la CMNUCC y al mismo tiempo se fortalezcan los procesos nacionales de elaboración y revisión de inventarios. El seminario se realizó en Bonn, Alemania.	CMNUCC
A	2014	Seminario "Impactos del cambio climático, vulnerabilidad y adaptación", resultados del 5° Reporte de Evaluación del Cambio Climático del IPCC.	Difundir los resultados del 5° Reporte del IPCC en materia de Vulnerabilidad y Adaptación. El seminario se realizó en Santiago de Chile.	IPCC

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional; T: Transversal.
Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

2016