1BUR 5CN

1er Informe Bienal de Transparencia

y 5ta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Gobierno de Chile
gob.cl

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

gef

1IBT 5CN

1er Informe Bienal de Transparencia
y 5ta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Fotos portada: Arturo Espinosa, Tomás Gómez

Coordinador General

Andrés Pica Téllez (Ministerio del Medio Ambiente)

Coordinadora de Proyecto

Ana Guerrero Vega (FAO)

Coordinadora Técnica Informe Bienal de Transparencia

Camila Labarca W. (Ministerio del Medio Ambiente)

Coordinadora Técnica Comunicación Nacional

Maritza Jadrijevic G. (Ministerio del Medio Ambiente)

Diseño y Diagramación

Daniela Polidura
Colaboración: Valentina Iriarte

Corrector de prueba: Franco Vera

Registro de Propiedad Intelectual

Diciembre 2024

Gobierno de Chile
gob.cl
Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

gef

Maisa Rojas,
Ministra del Medio Ambiente.

PRÓLOGO

Chile es un país especialmente vulnerable al cambio climático y sus impactos son una realidad innegable. La megasequía, que ya se extiende por más de una década, ha transformado los paisajes, afectando nuestra disponibilidad de agua y desafiando a sectores fundamentales como la agricultura. El retroceso de los glaciares en nuestras montañas, consecuencia directa del calentamiento global, amenaza nuestras reservas de agua dulce a largo plazo. Fenómenos extremos como los incendios forestales y las marejadas han aumentado en frecuencia e intensidad, impactando directamente a las comunidades y a los ecosistemas de los cuales dependemos.

Estos signos no son abstractos; son experiencias concretas que están marcando nuestro presente y que requieren una acción decidida. Sabemos que Chile no es un mero espectador de esta crisis. Por el contrario, somos protagonistas en una región que necesita adaptarse y reducir sus emisiones con urgencia. Nuestro compromiso con la acción climática, plasmado en la Ley Marco de Cambio Climático, nos permite mirar al futuro con responsabilidad. La ciencia es clara y nos guía: enfrentar el cambio climático es un desafío transversal que exige colaboración, ambición y justicia ambiental para las generaciones actuales y futuras.

La implementación de la Ley Marco de Cambio Climático, promulgada en 2022, está en marcha. A través de los Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC), y los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC), Chile avanza hacia una transformación profunda y sostenible.

Se han aprobado 12 planes de adaptación para los sectores: Ciudades; Recursos Hídricos; Minería; Energía; Infraestructura; Salud; Transportes y Telecomunicaciones; Silvoagropecuario; Biodiversidad; Pesca y Acuicultura; Turismo; Zonas Costeras y 7 planes de mitigación para los sectores: Agricultura; Salud; Transportes y Telecomunicaciones; Minería; Infraestructura; Ciudades y Energía. Estas iniciativas han fortalecido las capacidades institucionales a nivel nacional y subnacional, integrando el cambio climático en políticas y programas clave.

Además, destacan herramientas como el Atlas de Riesgo Climático (ARClim), actualizado en 2023, que cuantifica y pone a disposición de la ciudadanía, índices de amenazas y riesgos climáticos, actuales y futuros, para todo el territorio continental. Esta plataforma permite identificar el nivel de vulnerabilidad al que están expuestos distintos sectores, tanto a nivel nacional como comunal. La evaluación de riesgos y la actualización de escenarios climáticos son fundamentales para la toma de decisiones y el diseño de políticas públicas orientadas a la adaptación al cambio climático.

En este contexto, el **Primer Informe Bienal de Transparencia (IBT)** es una herramienta fundamental pues da cuenta del progreso de la acción climática en todo Chile. Los conocimientos adquiridos apoyan a los países a tomar decisiones con conocimiento de causa, fijar objetivos ambiciosos y facilitar la financiación necesaria para alcanzarlos.

1 IBT 5CN

1er Informe Bienal de Transparencia
y 5ta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Chile ha demostrado un firme liderazgo en materia de transparencia climática, reflejando su compromiso con el Acuerdo de París y con la construcción de una acción climática sólida y basada en la confianza. Hemos entregado en tiempo y forma, cinco Informes Bienales de Actualización (IBAs), lo que evidencia no solo nuestra capacidad técnica, sino también nuestra voluntad de informar de manera rigurosa y clara los avances en la reducción de emisiones y adaptación al cambio climático. Ahora, enfrentamos un nuevo desafío: la entrega de nuestro primer Informe Bienal de Transparencia bajo el Marco Reforzado de Transparencia (ETF, por sus siglas en inglés). Este informe no es solo un requisito; representa un paso crucial en nuestro compromiso por fortalecer la rendición de cuentas y asegurar que nuestras políticas climáticas se implementen con eficacia y ambición.

Presentar el IBT refleja nuestro compromiso con la transparencia climática en la región y a nivel global. La transparencia es más que un principio técnico, es una herramienta fundamental para garantizar que las acciones climáticas sean medibles, verificables y mejorables en el tiempo. Con esta entrega, Chile reafirma su liderazgo y se posiciona como un referente en el proceso de transición hacia un desarrollo resiliente y bajo en carbono, colaborando con otros países en la construcción de una respuesta climática global que sea justa y ambiciosa.

Esta edición incluye información clave sobre el monitoreo de los compromisos de mitigación de nuestra Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, en sus siglas en inglés), proyecciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y avances hacia la neutralidad de emisiones de GEI y resiliencia. También refleja el compromiso de Chile con la transparencia y la calidad de la información climática, destacando la importancia de la coordinación entre instituciones públicas, privadas y la ciudadanía, para una acción climática efectiva.

Con este documento, que se presenta ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Chile reafirma su compromiso con avanzar hacia un desarrollo sostenible, demostrando que enfrentar el cambio climático no solo es un desafío, sino también una oportunidad para generar beneficios sociales, económicos y ambientales. Alcanzar la carbono neutralidad y la resiliencia climática requiere un esfuerzo conjunto que garantice el bienestar de las personas y la preservación de nuestros ecosistemas, en armonía con el desarrollo del país.

Maisa Rojas,
Ministra del Medio Ambiente.

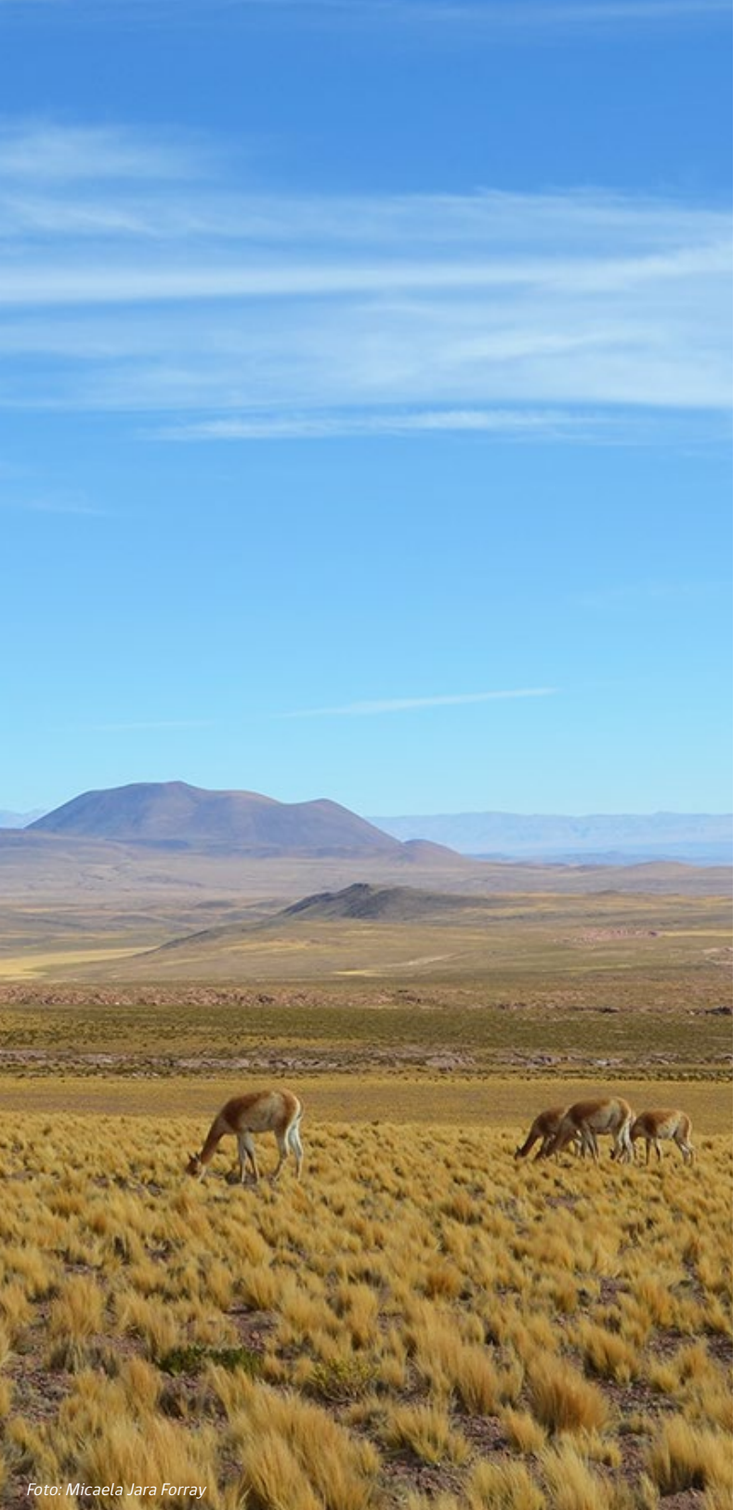


Foto: Micaela Jara Forray

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO 6

1 CIRCUNSTANCIAS NACIONALES 42

2 INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE 1990-2022 107

3 MITIGACIÓN 153

4 VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 318

5 APOYO Y NECESIDADES 427

6 OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE 479

7 SEGUIMIENTO Y FORTALECIMIENTO DE LA COMPONENTE DE INTEGRACIÓN DE LA NDC 581

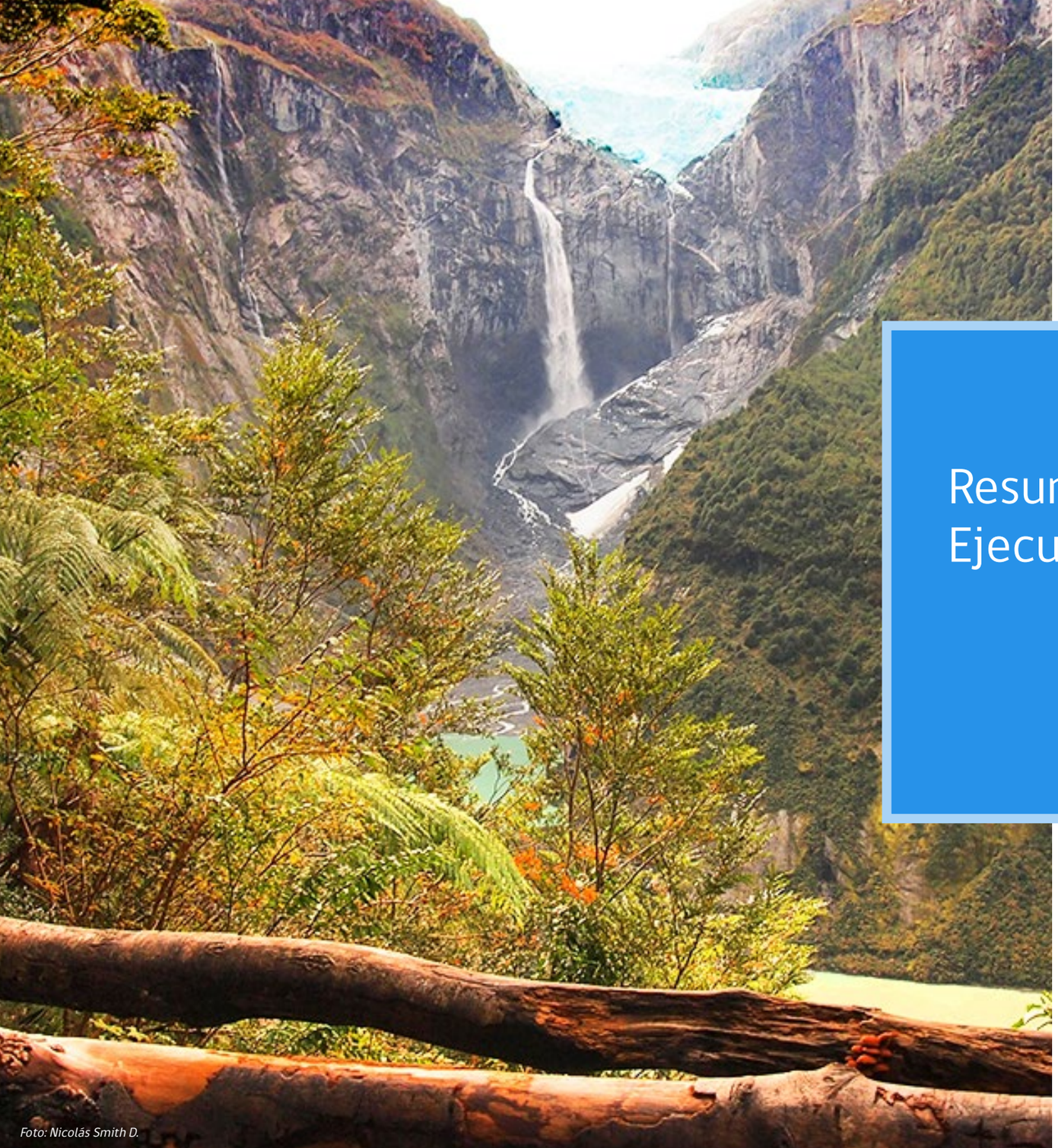


Foto: Nicolás Smith D.

Resumen Ejecutivo

1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

1.1 Perfil Geográfico y Social

Chile, país tricontinental con presencia en América del Sur, Oceanía y la Antártica, cuenta con una superficie de 2.006.096 km², organizada en 16 regiones, 54 provincias y 346 comunas. De la superficie total del país, 755.915 km² corresponden a Sudamérica y el resto a su territorio antártico y oceánico.

La geografía y morfología chilena se organiza en cuatro zonas longitudinales: las Planicies Litorales, que conectan el mar con la Cordillera de la Costa; la Depresión Intermedia, que alberga la mayor parte de la población y actividad agrícola en la zona central; y la Cordillera de los Andes, el rasgo más dominante del país con alturas como el Llullaillaco (6.739 m.s.n.m) y el Monte San Valentín (4.058 m.s.n.m). La diversidad geográfica y bioclimática de Chile influye en el uso de la tierra, destacando praderas y matorrales (40,15%) y bosques nativos (19,37%), principalmente en el sur. Aunque solo el 1,07% del territorio es urbano o industrial, estas áreas crecen en forma sostenida.

A nivel social, Chile reconoce 10 etnias indígenas, con predominio de la etnia mapuche (77,8%). La población inmigrante ha crecido en los últimos años, llegando a 1,6 millones en 2022, equivalente al 9,25% de la población total, concentrándose principalmente en la Región Metropolitana y proveniente de países como Venezuela, Perú y Colombia.

El sistema educativo chileno abarca niveles parvulario, básico, medio y superior, con más de 3,5 millones de estudiantes y una paridad de género equilibrada. La mayoría de la matrícula se concentra en establecimientos particulares subvencionados y municipales, mientras que la educación rural enfrenta desafíos de acceso. La educación parvularia, liderada por JUNJI y Fundación Integra, promueve la inclusión con programas adaptados a contextos étnicos y penitenciarios. En la educación superior, las mujeres predominan y los estudiantes de pueblos originarios también están representados, especialmente en universidades. Además, el país fomenta la investigación científica y tecnológica a través del Ministerio de Ciencia, enfocado en temas como el cambio climático.

Chile enfrenta desafíos de salud relacionados con la contaminación ambiental. La contaminación atmosférica, principalmente por MP2,5 de la combustión de leña y procesos industriales, afecta la salud respiratoria y cardiovascular. La contaminación hídrica, causada por pesticidas, metales pesados y desechos industriales, compromete la calidad del agua y la salud pública, mientras que el suelo sufre impactos por residuos peligrosos. El cambio climático ha favorecido la expansión de vectores como el mosquito *Aedes aegypti*, transmisor del dengue, impulsando medidas preventivas. La calidad del aire y la gestión de recursos hídricos son prioridades, respaldadas por programas de monitoreo y control.

Finalmente, Chile integra un enfoque de género en sus políticas climáticas, reconociendo que las desigualdades de género incrementan las vulnerabilidades frente al cambio climático. El Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, junto con el Cuarto Plan Nacional de Igualdad 2018-2030, trabaja en la erradicación de la violencia de género y la inclusión de perspectivas interseccionales en contextos rurales y migratorios. Estas políticas buscan asegurar que la acción climática sea inclusiva, equitativa y efectiva, promoviendo el desarrollo sostenible con justicia social y de género.

1.2 Perfil climático

Chile posee una gran diversidad climática debido a factores atmosféricos, orográficos y oceanográficos, como la corriente de Humboldt, el Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y el Frente Polar. El país se divide en cinco regiones naturales: el Norte Grande (desértico), el Norte Chico (semiárido), la Zona Central (templado mediterráneo), la Zona Sur (lluviosa y nublada) y la Zona Austral (fría y lluviosa). Fenómenos como el El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) afectan las precipitaciones y temperaturas, con El Niño aumentando lluvias en el centro-sur y La Niña generando inviernos fríos. Las temperaturas varían entre 8,6 °C en el sur y 18 °C en el norte, mientras que las precipitaciones son escasas en el norte y abundantes en el sur.

Chile alberga cuatro macrobioclimas que influyen en su biodiversidad y vegetación.

1. El tropical, en el norte, combina temperaturas cálidas y lluvias estivales, con vegetación adaptada a zonas húmedas.
2. El mediterráneo, en la zona central, presenta lluvias invernales y sequías estivales, con transición de xerófitas a bosques húmedos.
3. El templado, el más extenso, abarca desde el sur mediterráneo hasta el extremo austral, con abundantes lluvias que sustentan bosques y turberas, mientras que su variante xérica alberga estepas y pastizales.
4. El antiboreal, en los archipiélagos magallánicos, combina frío y alta humedad, predominando turberas, bosques caducifolios y herbazales.

Estos macrobioclimas, moldeados por el clima y el relieve, sostienen una biodiversidad única en el territorio chileno.

1.3 Perfil Económico

Chile cuenta con un modelo económico abierto y estable, con una fuerte dependencia histórica de la minería. La economía chilena mostró una rápida recuperación tras la pandemia, impulsada por políticas fiscales procíclicas y retiros de fondos de pensiones equivalentes al 35% del PIB. Sin embargo, esto generó desequilibrios como alta inflación, déficit fiscal y de cuenta corriente,

junto a riesgos de recesión. En 2022, el gobierno implementó una consolidación fiscal, reduciendo el gasto público en un 23% y aplicando políticas monetarias restrictivas que lograron disminuir la inflación, estabilizar la deuda y mejorar la cuenta corriente, avanzando hacia un crecimiento económico más sostenible. Para 2023, la minería continuó siendo el pilar principal de la economía, representando el 55,5% de las exportaciones, con el cobre como el producto clave. No obstante, la deuda pública aumentó sostenidamente, alcanzando un 39,4% del PIB en diciembre de 2023. Las importaciones estuvieron dominadas por bienes intermedios, que representaron el 54% del total en 2023, evidenciando la dependencia de insumos para mantener la actividad productiva del país.

1.4 Visión sectorial

Energía

Chile avanza hacia la descarbonización con un aumento en las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Aunque persisten fuentes hidráulicas y térmicas, la neutralidad de carbono a 2050 ha reducido el uso de combustibles fósiles. El consumo energético está liderado por los sectores industrial/minero (37,3%), transporte (34,1%) y comercial/residencial (23,9%), con una tendencia anual de crecimiento del 2,2%. La dependencia de hidrocarburos disminuyó gracias a políticas de eficiencia energética y tecnologías limpias.

Agricultura y Silvicultura

El sector silvoagropecuario alcanzó exportaciones por USD 18.910 millones en 2022, lideradas por fruta fresca (31%) y celulosa (17%). Desde 2007, la superficie agrícola cayó un 12%, pero la frutal creció en 16%. El sector forestal abarca 11,7 millones de hectáreas, mayoritariamente bosque nativo, mientras que la industria pecuaria sufrió una contracción. El empleo agrícola se concentra en las regiones centrales.

Pesca y Acuicultura

La pesca y acuicultura recuperaron sus niveles tras la pandemia, con desembarques dominados por pesca artesanal e industrial (88,1%) y exportaciones de salmónidos representando el 75,4% del valor total (USD 8.980 millones en 2023). Problemas como la marea roja afectan la economía costera, aunque Chile lidera programas de prevención y monitoreo.

Minería

La minería es clave en la economía chilena, representando el 11,9% del PIB en 2023, con el cobre como el principal producto. Otros minerales destacados incluyen yodo (73% global), litio (23,1%) y molibdeno (16,9%). La industria minera emplea directamente a 339.014 trabajadores, con un crecimiento del 5,8% respecto de 2022, y un 11% de participación femenina.

Transporte

Sector crucial para la economía, con infraestructura terrestre, marítima y aérea avanzada. En 2023, disminuyó la carga ferroviaria y marítima, mientras que el transporte aéreo y de pasajeros se recuperó. Chile enfrenta desafíos para alcanzar la carbono neutralidad a 2050, impulsando la electromovilidad, con 6.812 vehículos eléctricos en circulación en 2023, un avance relevante aunque insuficiente frente a las metas nacionales de cero emisiones.

1.5 Marcos legales, políticos e institucionales

El marco institucional de Chile en materia de cambio climático es amplio y descentralizado. El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) lidera las políticas nacionales, apoyado por el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) y los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC). La Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), promulgada en 2022, establece objetivos vinculantes, incluyendo la carbono neutralidad a 2050 y la resiliencia climática a más tardar a 2050. Así también, define instrumentos de planificación, como los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) y los Planes Sectoriales de Mitigación y de Adaptación.

En cuanto a participación y gobernanza, se promueven mecanismos participativos que incluyen a comunidades locales, al sector privado y a la ciudadanía. Estos procesos son esenciales para garantizar una transición justa hacia una economía baja en carbono.

1.5.1 Compromisos Internacionales

Desde su adhesión a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1994, Chile ha consolidado una política de Estado proactiva en materia climática, ratificando el Protocolo de Kioto en 2005, la Enmienda de Doha en 2015 y el Acuerdo de París en 2017, comprometiéndose a limitar el calentamiento global. Chile, participa en convenios clave como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), la Convención sobre la Lucha contra la Desertificación (UNCCD), la Convención sobre los Humedales (Ramsar) y el Acuerdo de Escazú, promoviendo sostenibilidad y reducción del riesgo de desastres. A través del MMA, Chile actualizó su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) en 2020 y fortaleció su ambición climática en 2022, con un nuevo proceso de actualización previsto para 2025. En cuanto a las obligaciones en materia de transparencia el país ha presentado cuatro Comunicaciones Nacionales y cinco Informes Bienales de Actualización (IBA) entre 2014 y 2022, mostrando avances en mitigación y reducción de emisiones. Sin perjuicio de lo anterior, por medio de la Decisión 14/CMA.1 adoptada en la COP 26 de Glasgow (2021), se estableció la obligación de presentar los Informes Bienales de Transparencia (IBT), en reemplazo de los IBA a partir de 2024.

Foto: Ana Guerrero

1.5.2 Políticas Nacionales, Subnacionales y Sectoriales de Cambio Climático

Chile demuestra un fuerte compromiso climático con un marco institucional sólido y políticas innovadoras. La LMCC, promulgada en 2022, establece metas de neutralidad a 2050 y lineamientos para la mitigación, adaptación, equidad y participación ciudadana. Destacan instrumentos como la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), los planes sectoriales y regionales obligatorios, y el Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático (RANCC), que monitorea el progreso.

En planificación climática, la LMCC exige planes sectoriales en áreas clave (biodiversidad, agua, energía, salud, infraestructura) actualizados cada cinco años, así como Planes Estratégicos de Gestión Hídrica y Planes Regionales y Comunales de Acción Climática adaptados a contextos locales.

Chile también prioriza mecanismos de información y financiamiento, incluyendo el Sistema Nacional de Acceso a la Información sobre Cambio Climático y Participación Ciudadana (SNAICC), el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, el Atlas de Riesgo Climático (ARClim) y un Sistema de Certificación Voluntaria para reducir emisiones en el sector privado. A nivel financiero, cuenta con una Estrategia Financiera de Cambio Climático alineada con la ECLP y la NDC, enfocada en finanzas verdes e inversiones resilientes.

Finalmente, otras políticas nacionales complementan la acción climática, como la ley que establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED), que integra la gestión del riesgo de desastres con criterios de adaptación al cambio climático, y la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT), que reconoce los desafíos climáticos como condicionantes críticos del territorio.

1.6 Institucionalidad relativa a cambio climático

La institucionalidad climática de Chile se ha fortalecido con la LMCC, creando un sistema de gobernanza multinivel y multisectorial. El MMA lidera la acción climática, coordinando la ECLP y la NDC, y promoviendo la educación ambiental y participación ciudadana. La División de Cambio Climático del MMA supervisa acciones relacionadas con mitigación, adaptación y finanzas climáticas. El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) evalúa los impactos climáticos de proyectos y políticas. La coordinación interinstitucional es clave, con el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático evaluando la coherencia de instrumentos, mientras que los CORECC- presididos por los Gobiernos Regionales- facilitan planes regionales adaptados a realidades locales. Varios ministerios, como Hacienda, Energía, Agricultura y MINVU, abordan áreas específicas de la acción climática. Además, organismos como el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED) y las municipalidades implementan planes locales. La estructura climática de Chile promueve una gobernanza integral para enfrentar el cambio climático y avanzar hacia la resiliencia y carbono neutralidad a 2050.

1.7 Monitoreo y Reporte de la NDC

El MMA lidera la elaboración, revisión y actualización de la NDC, en coordinación con ministerios sectoriales, integrando metas de mitigación, adaptación y lineamientos financieros alineados con la ECLP. La NDC incluye indicadores de Gases de Efecto Invernadero (GEI), sinergias entre mitigación y adaptación, y un Sistema MRV para el monitoreo anual de compromisos. El proceso incluye participación ciudadana, revisión por el Congreso y aprobación por decreto supremo. Su implementación se apoya en planes sectoriales y territoriales, junto a una estrategia financiera que asegura transparencia, equidad y alineación con los estándares del Acuerdo de París.

2. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

2.1 Contexto general

Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) consisten en un listado numérico exhaustivo de la estimación de cada uno de los GEI antropógenos, liberados o absorbidos hacia la atmósfera en un área y en un periodo específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Los INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana, de tal manera de evidenciar sus implicancias en el cambio climático.

Según los acuerdos internacionales, los países en desarrollo, como Chile, deben presentar sus INGEI ante la CMNUCC como parte de las Comunicaciones Nacionales y de los Informes Bienales.

En respuesta ante los compromisos adquiridos por el país en materia de reporte y presentación de sus INGEI ante las Naciones Unidas, la División de Cambio Climático del MMA de Chile diseñó, implementó y ha mantenido desde 2012, el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE). Este sistema se oficializará una vez que se apruebe el Reglamento del SNAICC, establecido en el título V, artículo 27 de la LMCC. Este contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento para la actualización bienal del INGEI de Chile, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de la preparación de los INGEI en el país y mantener la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.

2.2 Tendencia nacional de los gases de efecto invernadero de Chile

En 2022, los GEI se cuantificaron en los siguientes niveles: El balance de CO_2 se estimó en 26.837 kilotoneladas (kt); las emisiones de CH_4 alcanzaron las 585 kt y las emisiones de N2O se contabilizaron en 21 kt. En el caso de los gases fluorados, las emisiones de HFC se estimaron en 5.527 ktCO_2eq, las emisiones de PFC alcanzaron 0,5 ktCO_2eq y las emisiones de SF6 se estimaron en 156 ktCO_2eq. Las emisiones y absorciones totales de Chile en 2022, en términos de CO_2eq, fueron 54.370 kt. Estos resultados se traducen en crecimiento de un 253% desde 1990 y en un 10,7% desde 2020. Respecto de la participación de cada sector en el balance de GEI 2022 en términos absolutos, el sector Energía representó un 50,6%, seguido del sector Uso de la Tierra y Cambio de uso de suelo -UTCUTS, en su sigla inglés- (33,8%), del sector Agricultura (5,5%), del sector Residuos (5,3%), y por último del sector Procesos Industriales y Uso de Productos -IPPU, en su sigla en inglés- (4,9%). La Figura 1 muestra la evolución temporal de cada uno de los sectores propuestos por la CMNUCC para la elaboración de inventarios.

Por su parte, las emisiones de GEI totales del país en 2022, es decir, la suma de todas las categorías sin considerar el sector UTCUTS, se estimaron en 111.049 ktCO_2eq, incrementándose en un 135% desde 1990 y en un 7,1% desde 2020. Es importante mencionar que en 2020 se puede observar una disminución respecto de los últimos años de la serie, la que se explica mayormente por la baja actividad durante la pandemia del COVID-19. Respecto de la participación de cada sector en las emisiones de GEI totales del país en 2022, el sector Energía representó un 76,4%, seguido del sector Agricultura (8,3%), el sector Residuos (8,0%) y finalmente el sector IPPU (7,3%). Esto muestra que, tanto en el balance de GEI como en las emisiones totales, el sector Energía es el de mayor relevancia. Un resumen ampliado de estos resultados se puede observar en el **Capítulo 2** del presente informe y además, resultados más detallados pueden ser encontrados en el **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022**.

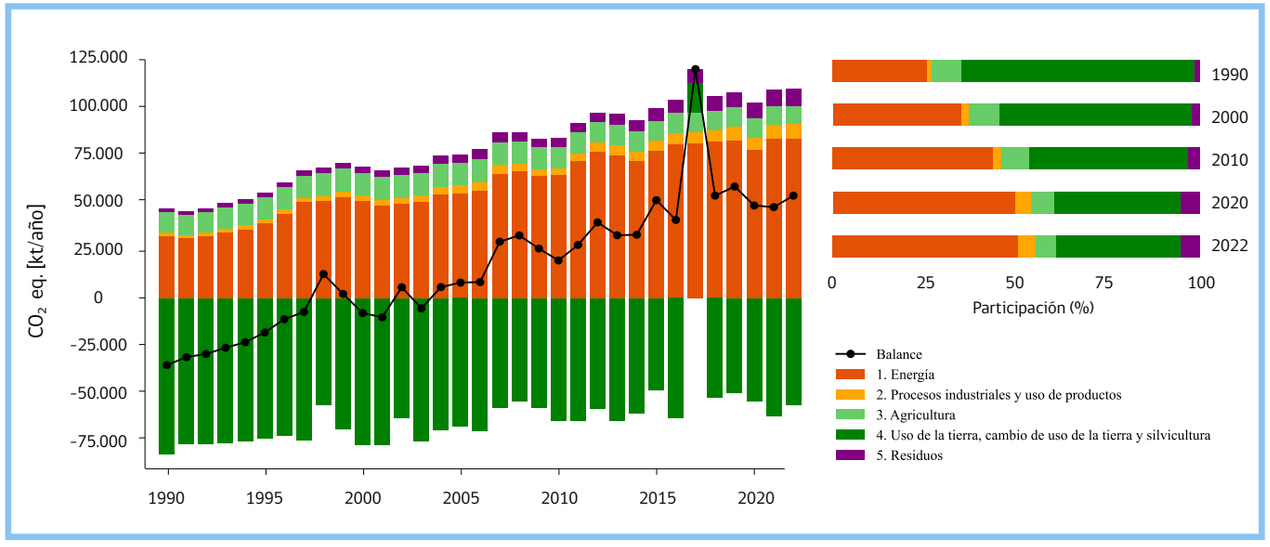


Figura 1. INGEI de Chile: Emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2022. El balance entre emisiones y absorciones se presenta con una línea negra.

2.2.1 Indicadores de intensidad de gases de efecto invernadero

Uno de los indicadores más utilizados para comparar las emisiones y absorciones de GEI entre países, es en base a la población de cada uno. Para esto, Chile define dos indicadores, primero, el balance de GEI per cápita, es decir el balance anual sobre la población anual, y segundo, las emisiones per cápita, siguiendo la misma metodología que el indicador anterior.

En 2022, el indicador balance de GEI fue de 2,74 tCO_2eq per cápita, incrementándose en un 202% desde 1990 y disminuyendo en un 8,6% desde 2020. Por otro lado, el indicador de emisiones de GEI totales per cápita (excluyendo el sector UTCUTS) fue de 5,60 tCO_2eq per cápita, incrementándose en un 55% desde 1990 y disminuyendo en un 5,1% desde 2020 (Figura 2). La tendencia del indicador deja en evidencia un desacople entre las emisiones y la población. Durante los últimos años de la serie se ve un indicador con variaciones muy pequeñas, mientras que la población sí experimenta aumentos.

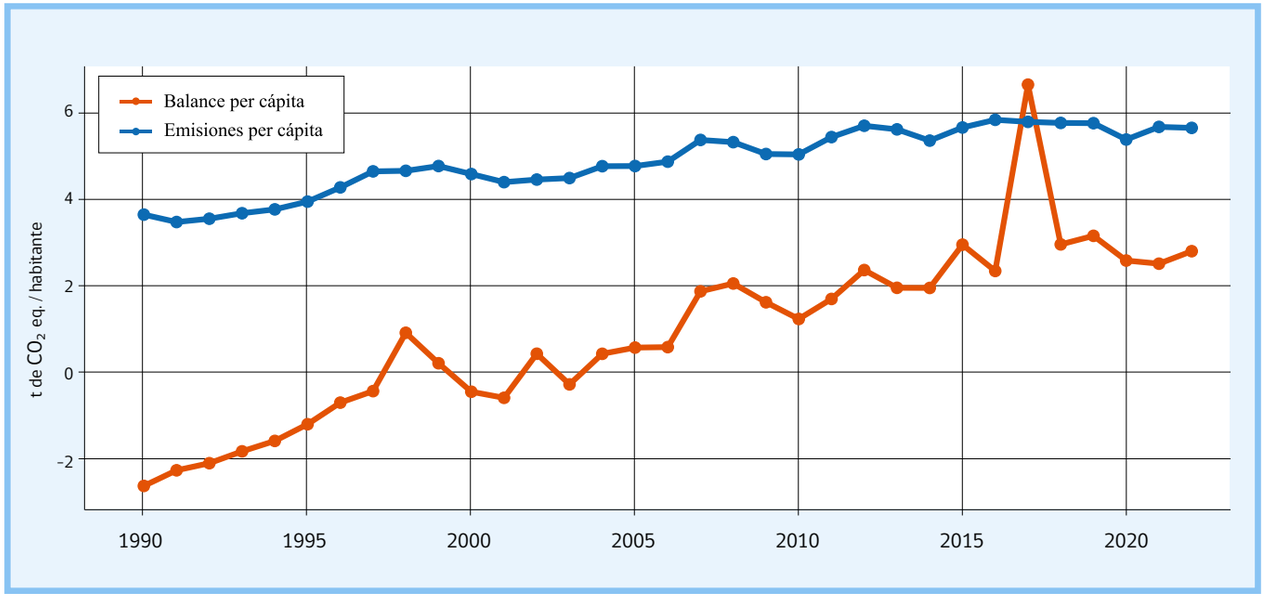


Figura 2. INGEI de Chile: balance per cápita y emisiones per cápita, serie 1990-2022.

2.2.2 Inventarios regionales

Debido a la extensión de Chile, las distintas regiones políticas del país se diferencian en aspectos que van desde lo climático, hasta lo económico y social. Estas diferencias se traducen en factores importantes que influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero locales y regionales. Para caracterizar mejor las diferencias locales, el MMA elabora inventarios regionales de GEI.

En Chile, las emisiones de GEI responden, en primer lugar, a los niveles de consumo de combustibles fósiles en procesos de generación de energía eléctrica y en segundo lugar, a las absorciones generadas por plantaciones y otros tipos de uso del suelo. Esto explica que las regiones de Antofagasta, Valparaíso y Biobío presenten un mayor nivel de emisión, debido a la presencia de termoeléctricas y que las absorciones de Chile, contabilizadas en el sector UTCUTS, se produzcan mayormente en el sur del país, donde hay una menor densidad poblacional y existe una mayor cobertura vegetacional. Adicionalmente, dentro de las regiones de mayor emisión también se encuentra la Región Metropolitana, en donde la alta densidad poblacional es la causa principal de las emisiones de GEI, relacionadas tanto con transporte terrestre, como con la disposición y tratamiento de residuos. Estos resultados se pueden ver en la Figura 3.

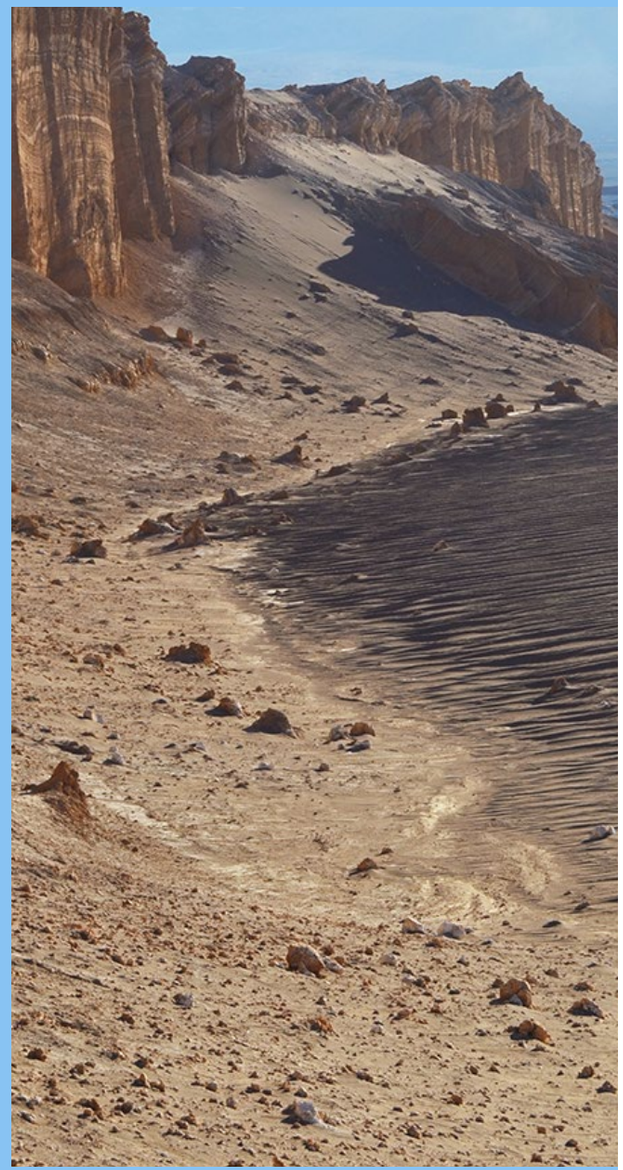


Foto: Micaela Jara Forray

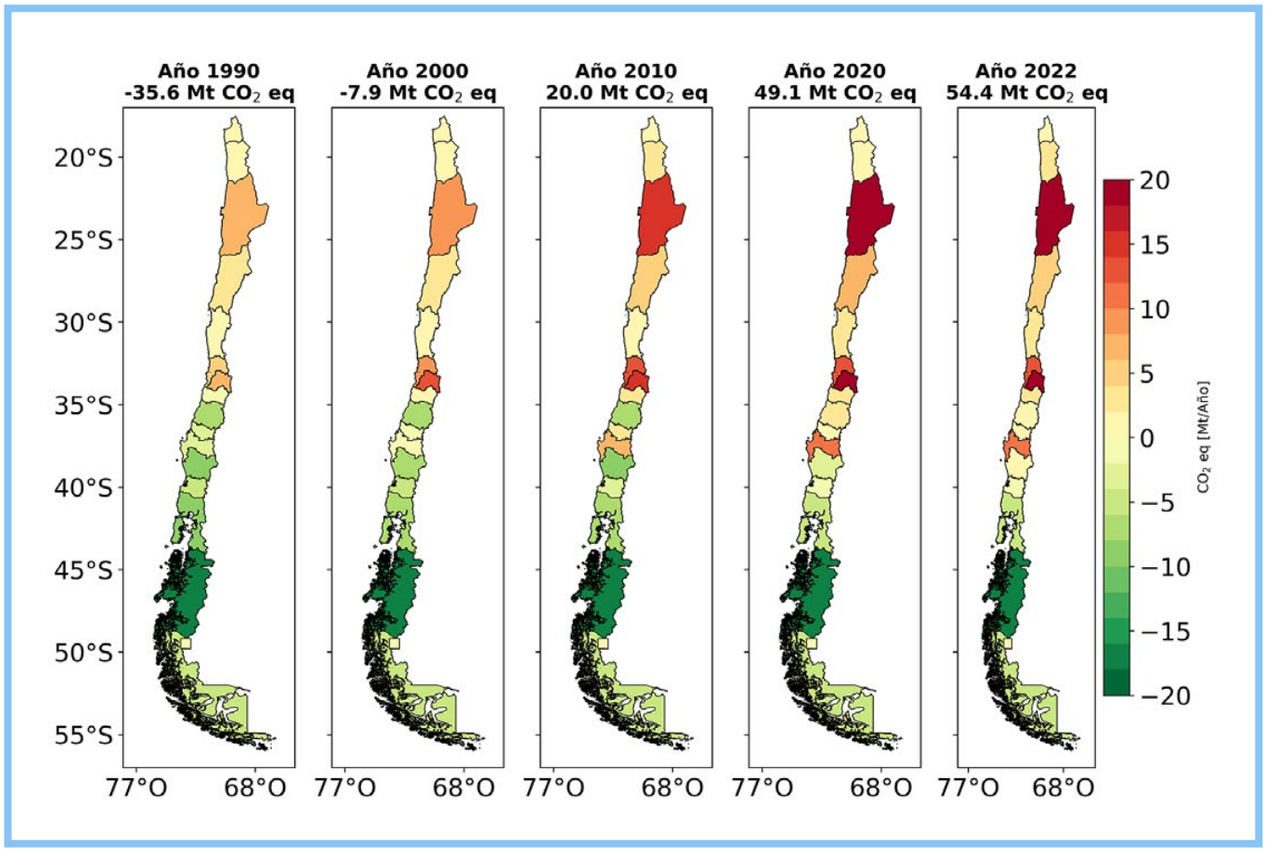


Figura 3. Balance de emisiones anuales de GEI por región política de Chile expresados en CO_2 eq para los años 1990, 2000, 2010, 2020 y 2022.

2.3 Inventario nacional de carbono negro

La NDC de Chile reconoce la importancia de los Forzantes Climáticos de Vida Corta (SLCF, por su sigla en inglés), en particular la del carbono negro (CN). Debido a esto, Chile compromete una meta de reducción de las emisiones de CN de al menos un 25% a 2030 con respecto a los niveles de 2016.

El quinto inventario de CN (INCN) entrega evidencia de las principales fuentes de este contaminante a lo largo de Chile y sus regiones, a través de una metodología capaz de mostrar avances en materia de mitigación de emisiones, en línea con el INGEI. El INCN comprende la serie 1990 - 2022 y comparte la estructura de las categorías definidas por el INGEI de Chile. En 2022, las emisiones totales de CN alcanzaron las 24,9 kt, lo que representó un aumento del 64% desde 1990 y un aumento de 5,9% con respecto al 2020. Estos resultados se pueden observar en la siguiente figura.

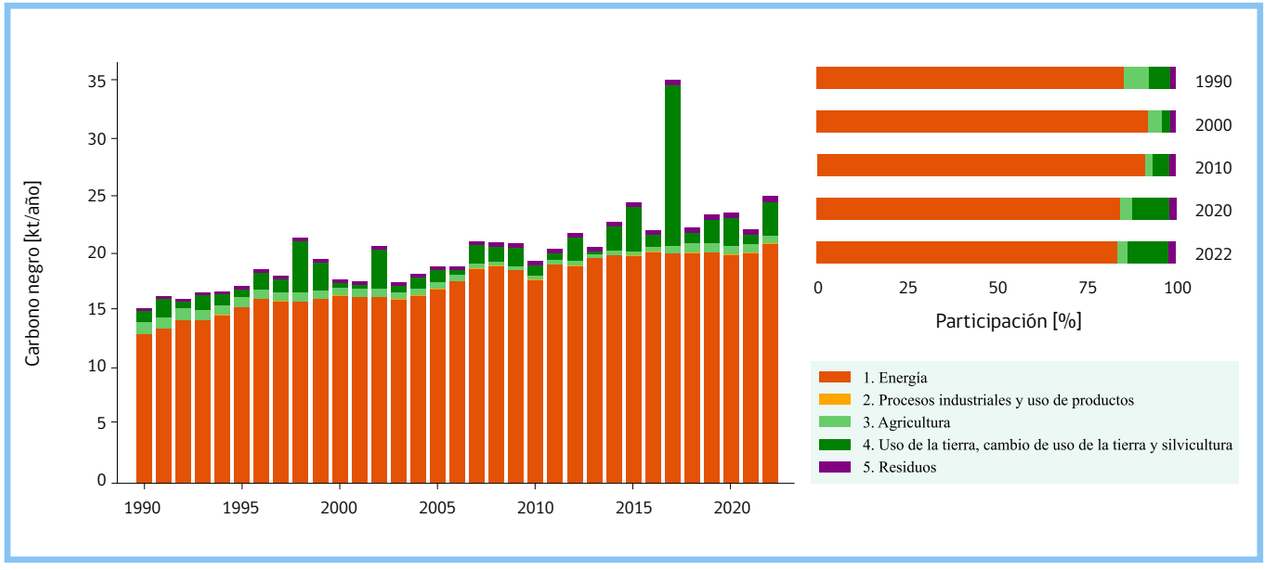


Figura 4. INCN de Chile: Emisiones de CN, serie 1990-2022.

Foto: Micaela Jara Forray

3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA HACER UN SEGUIMIENTO DE LOS PROGRESOS ALCANZADOS EN LA APLICACIÓN Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS

3.1 Circunstancias nacionales y arreglos institucionales para mitigación

Chile ha avanzado en mitigación climática impulsado por compromisos internacionales, voluntad política y la urgencia del cambio climático. Destacan la elaboración de su NDC en 2020, la ECLP y la LMCC, que establecen una visión sectorial de largo plazo y hacen obligatorios los compromisos de las NDC. En 2022, Chile fortaleció su NDC como respuesta al Pacto de Glasgow de la COP26, sentando las bases para una actualización más ambiciosa en 2025.

Respecto de la LMCC, esta define instrumentos y estructuras para alcanzar metas climáticas nacionales e internacionales, incluyendo la carbono neutralidad de emisiones a 2050, haciendo vinculantes los compromisos de la NDC y otorgando nuevas responsabilidades a autoridades sectoriales. A través de la ECLP, asigna presupuestos de emisiones y metas sectoriales, implementadas mediante Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) con horizontes a 2030, y en sus actualizaciones, un horizonte a 2040 y 2050. Estos planes, en desarrollo desde 2023, serán finalizados en 2024, con medidas intersectoriales que requieren coordinación entre autoridades.

Los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático presente en la LMCC más relevantes para los temas de mitigación que se presentan en el capítulo 3 son: la **Estrategia Climática de Largo Plazo** (art. 5), la **NDC** (art. 7), los **Planes Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático** (art.8), los **Planes de Acción Regional de Cambio Climático** (art. 11), los **Planes de Acción Comunal de Cambio Climático** (art. 12), las **Normas de emisión y su sistema de compensación** (art. 14 y art.15), los **Mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París** (art. 15), el **Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero** (art.28), el **Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero** (art. 29), el **Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua** (art. 30), y el **Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático** (art. 10).

3.2 Descripción de la contribución determinada a nivel nacional de una Parte en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, incluidas las actualizaciones

El presente IBT da cuenta de los avances en las metas de mitigación propuestas por el país respecto de la reducción de emisiones de GEI, la reducción de las emisiones totales de carbono negro y metano, así como de metas asociadas a la componente UTCUTS. De esta manera, se atiende al seguimiento necesario para contribuir a abordar de mejor forma la triple crisis: cambio climático, pérdida de biodiversidad, y contaminación y degradación del medio ambiente.

La NDC 2020 de Chile presenta una estructura integral que abarca, además de los componentes de mitigación y adaptación, tres componentes clave: 1) un componente de integración, que abarca acciones con impacto tanto en mitigación como en adaptación; 2) un pilar social centrado en la transición justa y el desarrollo sostenible, y 3) un componente sobre medios de implementación.

Chile definió dos contribuciones específicas en materia de mitigación, su contenido y su asociación con los objetivos de desarrollo sostenibles se presentan a continuación.

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 1. Actualización de la meta de Mitigación de GEI y metodología.

CONTRIBUCIÓN	ODS
M1) Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI[1] que no superará las 1.100 $MtCO_2eq$, entre 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (*peak*) de GEI al 2025 y alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 $MtCO_2eq$ en 2030.	

Fuente: NDC (Gobierno de Chile, 2020).

Tabla 2. Contribución en materia de carbono negro.

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

Fuente: NDC (Gobierno de Chile, 2020).

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

Foto: Tomás Gómez

3.3 Información necesaria para hacer un seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París

A continuación, se presenta un resumen de los avances de los indicadores de seguimiento de la NDC en relación con el art. 4 del Acuerdo de París.

Tabla 3. Tabla Resumen del avance de los indicadores de seguimiento de la NDC 2020 en relación con el art. 4 del Acuerdo de París.

Meta		Indicador	Avance
M1	· Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 $MtCO_2eq$, entre 2020 y el 2030 · Máximo de emisiones en 2025 · Alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 $MtCO_2eq$ en 2030	Emisiones acumuladas* (3 años, 2020-2022)	325,4 Mt de CO_2eq (29,6% del presupuesto 2020-2030).
		Año máximo de emisiones (*)	111.049 kt de CO_2eq en 2022
		Porcentaje de diferencia del último año reportado (*)	17% más de emisiones respecto del *peak* esperado para el año 2023 (95 $MtCO_2eq$).
M2	· Reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de Carbono Negro al 2030, con respecto de 2016	Porcentaje de diferencia de las emisiones totales de Carbono Negro (CN)	4% más de emisiones en 2022 respecto del año base 2016.
I4	· Manejo sustentable y recuperación de bosque nativo (200.000 ha al 2030). · Capturas de GEI asociadas (en torno a 0,9 - 1,2 $MtCO_2eq$/año a 2030)	Porcentaje de superficie manejada de bosque nativo (2020-2023)	23% de avance respecto del total esperado.
		Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie manejada de bosque nativo (2020-2023)	7,7%
I5	· Forestar 200.000 ha totales (de ellas 100.000 ha con cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 ha de especies nativas). · Capturas de GEI asociadas (en torno a 0,3 - 3,4 $MtCO_2eq$/año a 2030). · La recuperación y forestación se realizarán en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación	Porcentaje de superficie forestada	6,3% de avance respecto del total esperado.
		Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie forestada y no forestada	3,5%
Metano	· Revertir tendencia al alza al 2025* (**)	Tendencia de emisiones de metano	Último año reportado se registra como el más alto (568,7 $ktCH_4$ en 2022).

Fuente: (*) elaboración propia, MMA, con base en Anexo II de la dec. 5 del CMA. 3 (UNFCCC, 2022); (**) Elaboración propia, INFOR y CONAF, coordinado por ODEPA, MINAGRI.

3.4 Políticas, medidas, acciones y planes de mitigación, incluidos aquellos con beneficios secundarios de mitigación derivados de medidas de adaptación y/o planes de diversificación económica, relacionados con la aplicación y el cumplimiento de una contribución determinada a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París

El capítulo 3 detalla el seguimiento de acciones, políticas y medidas para implementar la NDC, conforme a las modalidades, procedimientos y directrices (MPD) del Marco Reforzado de Transparencia. Este incluye políticas y medidas en diseño, previstas, aprobadas y aplicadas para reducir emisiones de GEI a nivel sectorial. Desde 2024, el reporte incluye estimaciones de reducciones de emisiones logradas y proyectadas, presentadas en formato tabular en el Formato Común Tabular N°5 (CTF, por su sigla en inglés), con metodología explicada en el *Anexo 1 del Capítulo 3.*

3.4.1 Ministerio de Energía

El Ministerio de Energía de Chile ha implementado diversas medidas de mitigación para reducir las emisiones de GEI y alcanzar las metas establecidas en la ECLP y la NDC. Estas acciones incluyen el impulso de la Política Energética Nacional 2050 y la Agenda de Energía 2022-2026, con iniciativas clave como el Plan de Acción de Hidrógeno Verde, que fomenta el desarrollo sostenible de esta industria, la Estrategia Nacional de Electromovilidad para promover un transporte limpio y la implementación del Plan Nacional de Eficiencia Energética para optimizar el uso de la energía en sectores estratégicos. Además, se trabaja en la flexibilidad del sistema eléctrico, el impulso a tecnologías emergentes como

la geotermia y la Ley de Eficiencia Energética, que incentiva el consumo responsable de energía.

El Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía, es fundamental para alcanzar la carbono neutralidad para 2050 y mejorar la resiliencia del país. El Plan tiene como horizonte metas a corto plazo para 2030, alineadas con el Acuerdo de París y la NDC de Chile, buscando la descarbonización de la economía. Su visión estratégica se basa en cuatro pilares fundamentales:

1. Reconversión productiva
2. Infraestructura resiliente y habilitante
3. Combustibles de transición
4. Financiamiento para la descarbonización

A pesar de los avances en reducción de emisiones y ahorro energético, persisten desafíos en la implementación de medidas intersectoriales y el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y reporte. Estas iniciativas reflejan el compromiso del Ministerio de Energía con los compromisos climáticos de Chile y con la mitigación del cambio climático a nivel global.

3.4.2 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones lidera el desarrollo del sector de transportes, el cual es una de las principales fuentes de emisiones de GEI y contribuye de manera significativa a la contaminación local. Promover una movilidad accesible, inclusiva y sostenible es fundamental para enfrentar la crisis climática global, mitigar sus impactos locales y facilitar la adaptación al cambio climático.

El Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para el sector transportes define lineamientos estratégicos para abordar los impactos de la crisis climática en el sector, promoviendo un nuevo enfoque de movilidad basado en el uso de tecnologías bajas en emisiones, la expansión de la movilidad activa y alternativas de transporte eficientes, el fortalecimiento de alianzas intersectoriales, y el fomento de políticas adaptativas y gestión del riesgo de desastres. Este enfoque busca no solo mitigar los efectos del cambio climático, sino también fortalecer la resiliencia del sector transportes.

En otras iniciativas ejecutadas por el Ministerio, destaca la creación de un Programa Nacional de Movilidad Urbana para mitigar y adaptarse al cambio climático y el Proyecto Moving Chile, a través del que se instalaron cargadores para vehículos eléctricos en 12 ciudades y se capacitó a más de 170 operadores de transporte público. Desde 2014, el Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos busca reducir la contaminación. Además, la Empresa de Ferrocarriles del Estado se comprometió a alcanzar la Carbono Neutralidad en 2035. En infraestructura, se han construido 2.266 km de ciclovías y se están desarrollando iniciativas relacionadas con el hidrógeno verde y los vehículos de carga.

3.4.3 Ministerio de Minería

La misión del Ministerio de Minería es diseñar y evaluar políticas públicas para promover el desarrollo del sector minero, fomentando la innovación, productividad y sustentabilidad, y liderando iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La Política Nacional Minera 2050 establece metas para lograr una minería sostenible, incluyendo la reducción de emisiones de la gran minería en un 50% para 2030 y la carbono neutralidad para 2040, además de objetivos en eficiencia energética y adaptación al cambio climático.

Se han implementado diversas iniciativas para avanzar hacia una minería más sostenible. Estas incluyen el estudio y regulación del uso de hidrógeno verde, la formación de gestores energéticos en la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) y la medición anual de emisiones de GEI del sector, liderada por Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). La Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) ha sido un referente en descarbonización, con un suministro eléctrico 100% renovable para 2030 y la implementación de la mayor flota de buses eléctricos de Chile. Así también, se ha desarrollado una calculadora de huella de carbono para proveedores mineros. También se trabaja en el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático sector minería, y la Política de Fomento a la Pequeña Minería, que busca incorporar estrategias de sostenibilidad en esta área.

3.4.4 Ministerio de Salud

Ministerio de Salud lidera políticas de salud en Chile, incluyendo la vigilancia sanitaria y ambiental, gestión de infraestructura y equipamiento, y normativas técnicas. En mitigación de GEI, desarrolla el Plan Sectorial de Mitigación en conjunto con el MMA, abordando principalmente las emisiones de metano del sector residuos.

El Plan incluye cinco medidas clave: valorización de residuos orgánicos mediante compostaje; captura y valorización de biogás en rellenos sanitarios, alcanzando un 91% de mitigación potencial; reciclaje de papel y cartón; reducción del desperdicio de alimentos, y la medición de huella de carbono junto con programas de eficiencia energética en hospitales. Estas acciones suman un potencial de mitigación de 6,21 Mt CO_2eq para 2020-2030.

Adicionalmente, el plan considera fortalecer la infraestructura de salud con enfoque en equidad y eficiencia energética. También incorpora la inocuidad alimentaria para reducir desperdicios, alineándose con la Estrategia Nacional de Salud.

3.4.5 Ministerio de Vivienda y Urbanismo

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) impulsa diversas iniciativas para mitigar el cambio climático a nivel de viviendas, barrios y ciudades, considerando la alta concentración poblacional y sus impactos ambientales. Entre los medios de implementación más destacados está la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, que fija metas para incorporar criterios ambientales en edificaciones hasta 2050. Asimismo, el Subsidio de Acondicionamiento Térmico ha beneficiado a más de 236.000 viviendas, reduciendo emisiones y mejorando el aislamiento térmico. En cuanto a normativa, la reglamentación térmica del artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. establece estándares para viviendas nuevas.

El MINVU también fomenta la movilidad sustentable con el Plan de Ciclovías, que suma 236 kilómetros construidos. Además, el Programa Quiero Mi Barrio incorpora arborización y manejo de residuos, mientras que la Valorización de Residuos Orgánicos en Parques Urbanos reduce emisiones mediante compostaje.

3.4.6 Ministerio de Agricultura

El Ministerio de Agricultura (MINAGRI) lidera el desarrollo del sector silvoagropecuario en Chile, promoviendo prácticas sostenibles, y la conservación y restauración de ecosistemas. El sector es clave para la mitigación del cambio climático debido a su capacidad de emitir y remover CO_2, siendo el único con este doble rol. El MINAGRI, junto con instituciones como ODEPA, INFOR y CONAF, trabaja en inventarios de emisiones y acciones alineadas con la NDC, la ECLP y el marco de carbono neutralidad, destacando su enfoque en el manejo de bosques nativos, forestación y reducción de la degradación.

A través del Plan Sectorial de Mitigación, se establecen medidas como biodigestores, eficiencia en fertilizantes y producción agropecuaria de bajas emisiones. Adicionalmente, Chile actualizó sus niveles de referencia forestal (NREF/NRF), ampliando su alcance geográfico y mejorando la precisión de datos, fortaleciendo el enfoque REDD+ para la protección de bosques nativos y la reducción de emisiones.

Destaca la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile, liderada por CONAF bajo el enfoque REDD+, que busca reducir la vulnerabilidad social, ambiental y económica causada por el cambio climático, la desertificación y la degradación de la tierra. Esta estrategia establece actividades y medidas centradas en la restauración, conservación y manejo forestal, incluyendo la gestión institucional, educación ambiental e investigación.

3.4.7 Ministerio de Obras Públicas

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha fortalecido su gobernanza climática, con la creación de la División de Infraestructura Sustentable y el Departamento de Cambio Climático y Economía Circular (DCCyEC), que lideran la actualización del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación (PSMA) al Cambio Climático.

El Ministerio lleva a cabo acciones que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI, como la implementación de la Certificación de Edificio Sustentable en proyectos públicos, la gestión de residuos en proyectos con enfoque en reducción y reciclaje, y el uso de energías renovables. Además, fomenta la economía circular a través del reciclaje de materiales en pavimentos y trabaja en la estimación de huella de carbono en sus proyectos.

3.5 Proyecciones de las emisiones y la absorción de Gases de Efecto Invernadero, según corresponda

Este subcapítulo actualiza las proyecciones de emisiones sectoriales consideradas en el 5IBA de Chile, integrando resultados preliminares de escenarios desarrollados para la actualización de la NDC en 2024. Aunque la actualización de la NDC contempla diversos escenarios para cumplir con la meta de carbono neutralidad a 2050, en esta instancia se presentan dos: "sin medidas" y "con medidas". El escenario "sin medidas", asume la ausencia de esfuerzos de mitigación adicionales, mientras que el escenario "con medidas", incluye acciones alineadas con los Planes Sectoriales de Mitigación 2020-2030 y proyecta los esfuerzos necesarios para alcanzar la carbono neutralidad, según la LMCC.

Foto: Bryan Contreras

La figura 5 a continuación, presenta la comparación de ambos escenarios, a la izquierda se presenta el escenario sin medidas, el cual persiste en una tendencia creciente de las emisiones netas, y a la derecha se presenta el escenario con medidas en donde se cumple el objetivo de carbono neutralidad a 2050.

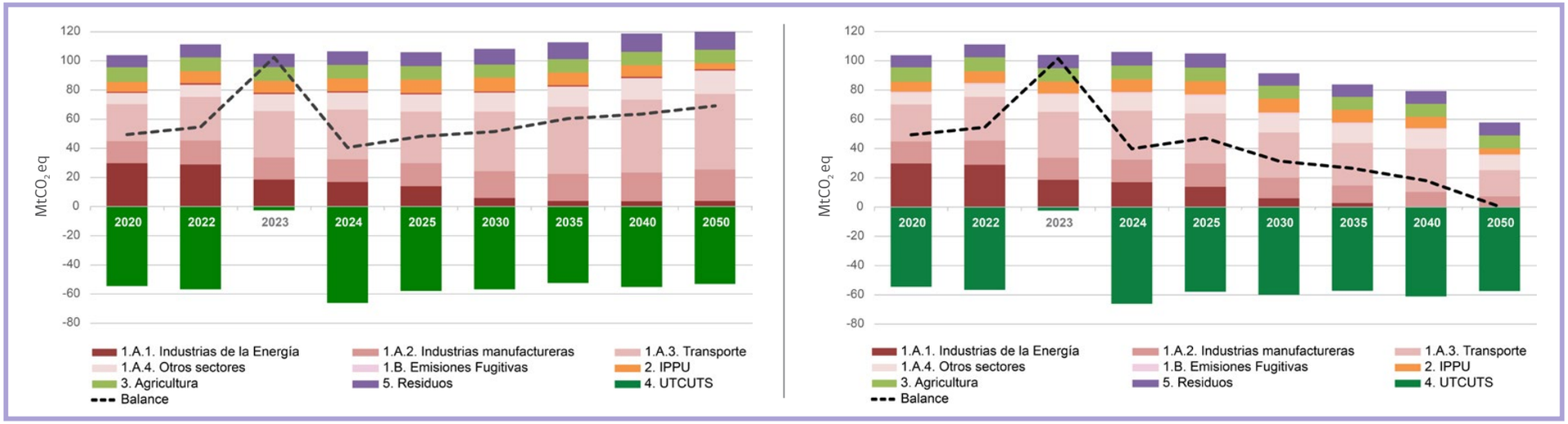


Figura 5. Comparación de escenarios: escenario sin medidas (izquierda) y escenario con medidas (derecha).
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.6 Otra información

Este subcapítulo contiene información relevante respecto de la mitigación del cambio climático, la cual, si bien es adicional a lo mandatado por las Modalidades, Procedimientos y Directrices, cumple con la trazabilidad de información reportada por el país en el 5IBA. A continuación, se presenta un resumen de contenidos de cada ítem.

3.6.1 Esfuerzos en mitigación de otras instituciones públicas

A nivel nacional, diversas instituciones públicas también desarrollan acciones y medidas de mitigación, las cuales complementan los esfuerzos realizados por las siete autoridades sectoriales en esta materia. Aunque estas instituciones no tienen la obligación de elaborar Planes Sectoriales de Mitigación, su labor es crucial para el cumplimiento de las metas de mitigación a nivel país. Las entidades que reportan en esta sección son el MMA, a través de la Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular, la División de Calidad del Aire y la Unidad de Ozono de la División de Cambio Climático; la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO); el Ministerio de Desarrollo Social y Familia; el Ministerio de Bienes Nacionales, y el Ministerio de Defensa.

También se incluye el reporte de Esfuerzos intersectoriales que influyen en las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional. Adicionalmente, se ha realizado un esfuerzo en reportar algunas de las medidas de mitigación de manera detallada, lo cual se presenta en el *Anexo 1 de Capítulo 3*.

3.6.2 Esfuerzos regionales en mitigación

La conformación y el funcionamiento constante de los CORECC, así como el desarrollo de los primeros cuatro PARCC, evidencian los avances de un proceso de coordinación y gobernanza multinivel, entre los principales agentes y objetivos establecidos en las políticas públicas nacionales y en los instrumentos de gestión a escala subnacional. En cuanto al resto de las regiones, debido a que aún están en etapas tempranas de la elaboración de sus PARCC, se encuentran en etapa de discusión intersectorial y definición de medidas que buscan reducir las emisiones de GEI, o bien aumentar las capturas de carbono. Si bien los ámbitos que son abordados varían de acuerdo con las realidades de cada región, destaca la movilidad sostenible por aparecer priorizada en todas ellas.

3.6.3 Esfuerzos locales en mitigación

Chile reconoce la importancia de que todos los territorios actúen para reducir emisiones y aumentar su resiliencia al cambio climático, alineados con los objetivos nacionales a 2050. La cooperación entre gobiernos regionales y municipalidades será clave para lograr estas metas, adaptándose a las realidades locales. Los avances en mitigación a nivel local incluyen iniciativas nacionales como el Programa HuellaChile, Comuna Energética y proyectos gestionados por asociaciones de municipalidades, así como acciones locales impulsadas por las municipalidades y redes colaborativas internacionales.

3.6.4 Esfuerzos público-privados en mitigación

En esta sección se describen diversas iniciativas público-privadas que contribuyen a la mitigación de GEI, destacando la participación de organizaciones privadas en colaboración con el sector público.

La **Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC)** ha suscrito 216 Acuerdos de Producción Limpia (APL) con 9.521 empresas y 16.131 instalaciones. Desde 2020, 1.974 nuevas instalaciones se han sumado y en 2024 están activos 90 APL que abarcan 3.249 instalaciones. Los APL, reconocidos como la primera NAMA de Chile en 2012, reportan reducciones desde 2016. Para 2020-2030, se proyecta una reducción de 2.270.000 tCO_2e, en línea con los compromisos de la NDC de Chile.

El **Programa HuellaChile** del **MMA** ha registrado hasta abril de 2024 la participación de 1.781 organizaciones, entregando 1.630 sellos de reconocimiento, incluyendo sellos de cuantificación, reducción, neutralización y gestión de GEI. Desde la promulgación de la LMCC en 2022, ha aumentado la cantidad de reportes de organizaciones al programa.

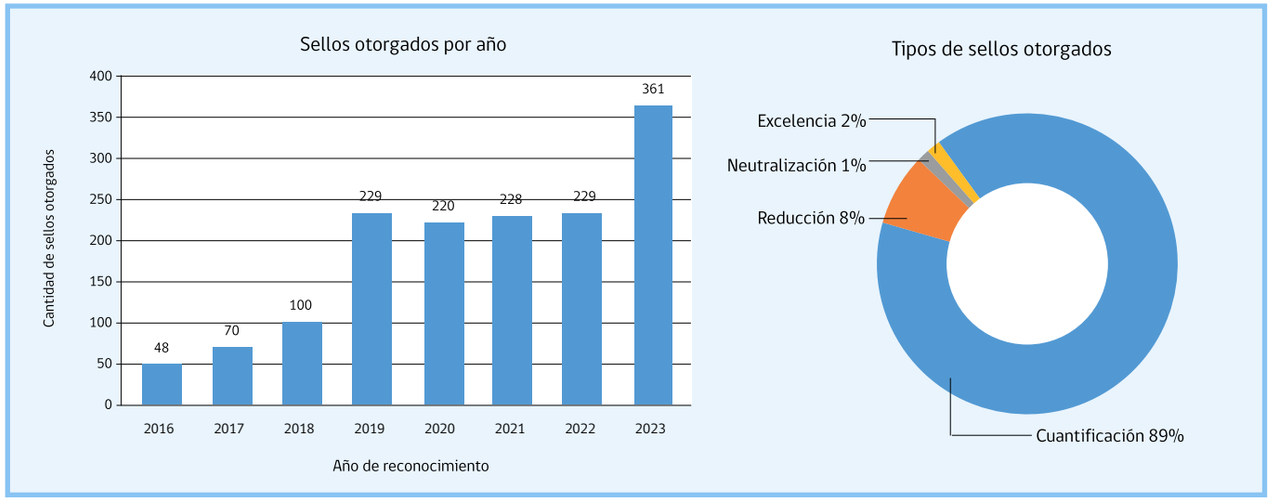


Figura 6. Sellos de reconocimiento entregados por el programa HuellaChile, 2016-2023.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Adicionalmente, el sector privado también impulsa iniciativas de mitigación, registradas en plataformas como NAZCA, Alianza de Ambición Climática, Race To Zero, entre otras iniciativas.

3.6.5 Aplicación de precio al carbono para abordar las externalidades ambientales

En esta sección del capítulo 3, se reportan avances en varios ámbitos clave. Se abordan las iniciativas relacionadas con el Impuesto Verde y el Sistema de Compensaciones, así como las normas de emisión que buscan regular las emisiones de gases de efecto invernadero. También se incluyen los mecanismos de mercado de carbono bajo la CMNUCC, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto y el Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París, además de los mecanismos de mercado de carbono del artículo 6.2 del Acuerdo de París. Asimismo, se presenta el Partnership for Market Implementation (PMI) y las iniciativas vinculadas a la modernización tributaria, enfocadas en mejorar los marcos fiscales y económicos para abordar el cambio climático. Finalmente, se abordan los instrumentos asociados al Precio Social del Carbono, que permiten valorar las emisiones de CO_2 para incentivar la reducción de emisiones.

3.7 Monitoreo, reporte y verificación (MRV) relacionados a la mitigación

Hasta el momento existen diversos esfuerzos y desarrollos de sistemas de MRV en el país relacionados a la mitigación que han sido diseñados en etapas previas a la creación de la LMCC, por lo que no están vinculados al seguimiento de los IGCC señalados por la LMCC. Esto plantea el desafío de establecer un sistema nacional para monitorear los IGCC en mitigación del cambio climático. La sección 3.7.6 aborda definiciones generales de los sistemas de MRV en mitigación, su estado de avance (detallado en el *Anexo 2*), el sistema de MRV de las medidas de mitigación de los PSM, y concluye con la Iniciativa IFCMA y un caso piloto en Chile.

3.8 Flexibilidad

El capítulo 3 incluye un subcapítulo sobre el principio rector de flexibilidad de las MPD otorgada a las Partes que son países en desarrollo, en donde se declara que Chile se acoge a flexibilidad para las disposiciones 85 y 102.

Foto: Tomás Gómez

4. VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 Impactos, riesgos y vulnerabilidades

4.1.1 Tendencias y amenazas climáticas actuales y proyectadas

En Chile se han evidenciado cambios significativos en el clima en las últimas décadas. El año 2023 fue el año más cálido registrado desde 1961, marcando 13 años consecutivos de calor y 17 de condiciones secas. Siete de los 10 años más cálidos ocurrieron en la última década. La sequía extrema de los años 2019 y 2021 con déficits de -36.6% y -42.9%, disminuyó en 2023 al -11%.

4.1.1.1 Tendencias históricas a nivel terrestre

La **temperatura media anual en Chile ha mostrado un aumento significativo**, de 12,4°C (1961-1990) a 13,0°C (2009-2023), un incremento de 0,15°C por década y más acentuado que el último periodo de reporte. El 98% de las estaciones de monitoreo presentan diferencias positivas entre ambos periodos, registrándose las mayores alzas de temperatura entre las Regiones de Atacama y Ñuble. La **precipitación acumulada anual promedio ha disminuido** de 675,3 mm a 536,4 mm (4%/década), con tendencias a la disminución en prácticamente todo el territorio continental, observándose las mayores reducciones en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y el Maule (hasta -55%). Solo en las regiones del norte se registran leves aumentos (+ 6%/década). Paralelamente, la **altitud de la isoterma 0°C ha subido** entre 41-64 m/década (2000-2023), con el mayor incremento en las zonas centro y sur. Esta tendencia ha afectado la acumulación de nieve, acelerado la pérdida de glaciares e intensificado las sequías estivales y las lluvias intensas que resultan en inundaciones, aluviones y remociones en masa.

4.1.1.2 Proyecciones futuras a nivel terrestre

Chile cuenta con proyecciones de amenazas climáticas disponibles en ARClim, actualizadas en 2023 en base a la iniciativa CMIP-6 del Sexto Reporte (AR6) del IPCC. Este reporte incluye proyecciones del escenario SSP5-8.5 de desarrollo alto en emisiones de GEI. Se anticipa un aumento en la temperatura media anual en todo el país al 2035-2065 (Figura 7A), aunque con diferente intensidad en función de latitud, altitud y proximidad al océano. Según las proyecciones, se anticipan incrementos mayores en la Cordillera de los Andes del norte (+2,10 a +2,35°C) y menores en la zona sur (+1,1 °C a +1,67 °C) y austral (+0,74 a +1,27°C), manteniendo la tendencia a mayores aumentos en la precordillera y Cordillera. El calentamiento intensificará la evapotranspiración, los eventos de calor extremo y el retroceso de glaciares, afectando ecosistemas, recursos hídricos y sistemas productivos, incrementando la presencia de vectores.

En cuanto a la **precipitación acumulada anual, los cambios proyectados al 2035-2065 presentan patrones diferenciados** (Figura 7B). En el norte, se proyectan aumentos de hasta 57% en el Desierto de Atacama y reducciones leves en los Andes y la costa de Arica. En la zona central se proyectan amplias disminuciones en la precipitación (-12% a -30%), comprometiendo la seguridad hídrica y alimentaria en regiones agrícolas y altamente pobladas. La zona sur verá reducciones del 8% al 11,9%, y en el extremo austral las variaciones oscilan entre -7,9% y +7%.

Se proyecta una **reducción de la nieve acumulada anual al 2035-2065** (Figura 7C) en casi toda la cordillera de los Andes debido a la combinación del incremento de temperaturas, la reducción de precipitaciones y el ascenso de la isoterma 0°C. Esta disminución alcanzaría un 100% en la precordillera y fiordos australes y menores reducciones en sectores altos de la Cordillera y el extremo sur que, comparativamente, representan la pérdida de grandes volúmenes de nieve. Esta tendencia contribuye a la pérdida de glaciares e intensifica las sequías estivales que amenazan la disponibilidad de agua para consumo humano, la agricultura y los ecosistemas.

Foto: Micaela Jara Forray

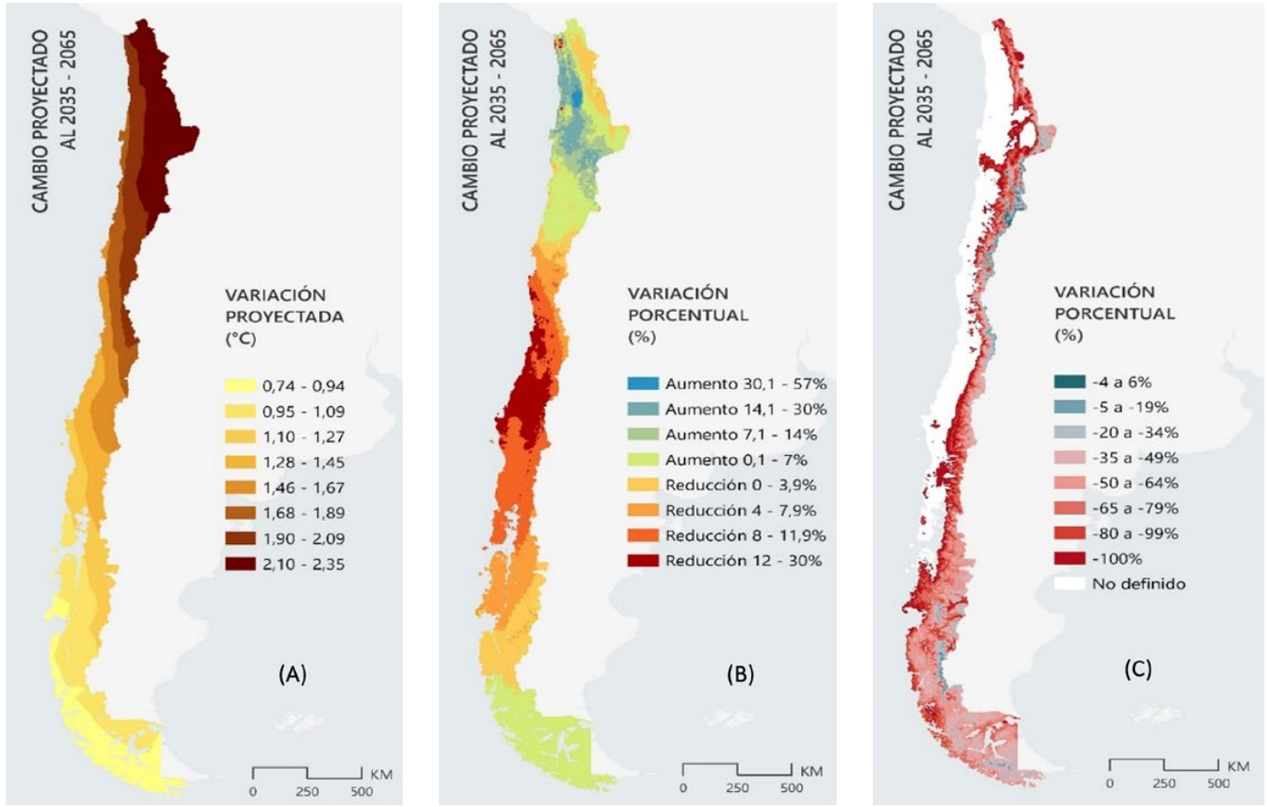


Figura 7. Cambios proyectados en (A) promedio de temperatura media anual, (B) precipitación acumulada anual, (C) nieve acumulada anual, para el periodo 2035-2065 con respecto de 1980-2010, bajo el escenario SSP5-8.5.

Fuente: elaborado en base al Explorador de Amenazas, ARClim (2023).

4.1.1.3 Eventos meteorológicos extremos y amenazas de origen climático: tendencias y proyecciones

Las proyecciones para 2035-2065 estiman un aumento significativo en la frecuencia de **olas de calor con temperaturas superiores a 30°C** por tres o más días consecutivos, en casi todo el país, excluyendo la región de Magallanes y la Antártica Chilena. Los incrementos más críticos se proyectan en la Pampa y el Altiplano en el norte y en el valle central entre Valparaíso y Ñuble, con episodios que podrían extenderse en 10 y 80 días consecutivos sobre 30°C adicionales a los registrados actualmente.

Por otro lado, se proyecta que la **frecuencia de sequías** presente patrones variados a lo largo del país. Mientras se espera que esta frecuencia sea similar o tienda a disminuir levemente en la zona norte y austral, se anticipan aumentos en la Cordillera del norte y Aysén. La zona centro y centro-sur, clave para la agricultura y altamente poblada, será la más afectada, con incrementos en la frecuencia de sequías de entre 15%-27%.

Se proyecta un aumento en la **lluvia máxima diaria** en gran parte del país, con variaciones extremas concentradas en la cordillera de los Andes, entre Atacama y la Región Metropolitana, donde los valores históricos podrían duplicarse, aumentando el riesgo de inundaciones. La zona austral podría registrar incrementos de hasta un 20%, mientras que la Pampa y los Andes al norte de Antofagasta estiman aumentos entre 11%-60%. En contraste, se espera una disminución en la costa, la Cordillera de la Costa y los valles entre Atacama y el Biobío.

4.1.1.4 Tendencias y proyecciones en océanos

El **nivel medio del mar** en Chile muestra variaciones regionales, con alzas de 0,38 cm/año en San Antonio y descensos de -0,40 cm/año en Puerto Montt, influenciados por procesos tectónicos

asociados al ciclo sísmico, mientras que en la zona central predominan las tendencias al alza.

Entre 1980 y 2015, la **altura de las olas** aumentó 0,1–0,4 metros (10%–20%), especialmente en el sur, y cambió de dirección debido al desplazamiento del anticiclón del Pacífico Sur. Proyecciones para 2026–2045 indican incrementos leves en la altura de las olas hacia el sur (>50°S), mientras que las latitudes medias (35°S–45°S) podrían experimentar ligeras reducciones debido a cambios en los patrones de viento. Estos cambios impactan asentamientos costeros, pesca y turismo.

La **temperatura superficial del mar** muestra enfriamiento en el norte, estabilidad en el centro y calentamiento en el sur. Para fines de siglo, se prevén aumentos de hasta 2,31°C, alternado la circulación atmosférica y oceánica, con implicaciones críticas para los ecosistemas y biodiversidad marinos y actividades como la pesca artesanal y la acuicultura.

4.1.2 Impactos observados y potenciales del cambio climático

Chile enfrenta una **megasequía** desde 2010, con un déficit de precipitaciones del 30% entre Coquimbo y La Araucanía, lo que ha reducido nivel de agua en embalses, aumentado el deshielo, afectado calidad y cantidad de agua y con ello, el abastecimiento de agua potable, la agricultura, la minería, la generación hidroeléctrica, y pérdida de biodiversidad en ecosistema. Las **olas de calor** se han intensificado, incrementando la demanda energética, causando problemas de salud, acelerando el derretimiento glaciar y generando estrés hídrico en la flora y fauna. Combinadas con la megasequía, las olas de calor han intensificado las condiciones para incendios forestales de gran magnitud y extensión. El **retroceso acelerado de glaciares** en los últimos 30 años ha comprometido el suministro de agua para consumo humano, agricultura, minería y energía y alterado la biodiversidad y servicios ecosistémicos esenciales. En la zona central, los glaciares son una fuente crítica de agua dulce y sostiene los caudales fluviales durante periodos secos y su pérdida amenaza la seguridad hídrica. Además, su retroceso ha generado riesgos de deslizamientos y alterado actividades turísticas. El **aumento en frecuencia e intensidad de las marejadas** está erosionando las costas, dañando infraestructuras, limitando actividades económicas como turismo, pesca y operaciones portuarias y afectando hábitats y biodiversidad en playas y ecosistemas costeros.

En términos sectoriales, el cambio climático impacta los **recursos hídricos** de Chile, amenazando la seguridad hídrica urbana y rural, acelerando la desertificación, pérdida de humedales y retroceso glaciar. Sectores como **agricultura**, **minería**, **turismo** y **salud** enfrentan pérdidas económicas y sociales debido a la escasez de agua, aumento de costos y riesgos. La **biodiversidad** está gravemente afectada, con riesgos para especies nativas, recursos pesqueros y la expansión de especies invasoras.

Eventos extremos como precipitaciones intensas, sequías, inundaciones y deslizamientos dañan **infraestructuras** como caminos, puentes y edificaciones, afectando especialmente los sistemas de transporte y puertos debido al aumento del nivel del mar. El sector **silvoagropecuario** sufre pérdidas en cosechas, costos elevados y vulnerabilidad de pequeños agricultores, mujeres rurales y pueblos originarios. Para 2100, se proyecta una disminución del PIB agrícola de hasta un 5% anual.

El sector **energético** es vulnerable, con impactos en la generación hidroeléctrica, solar y eólica debido a la escasez de agua y cambios climáticos. La demanda eléctrica podría aumentar hasta un 4,3% hacia 2060, mientras que, en la **minería**, la falta de agua y las olas de calor reducen la productividad y aumentan riesgos de inundaciones y deslizamientos.

En **ciudades**, eventos extremos afectan viviendas, infraestructura y salud, incrementando enfermedades respiratorias y cardiovasculares, especialmente en comunidades vulnerables. Las **zonas costeras** enfrentan erosión, cambios en temperatura y salinidad, marejadas y pérdida de productividad marina, impactando la **pesca**, **acuicultura** y **turismo**. La pérdida de nieve y agua compromete el turismo de alta montaña y costero, afectando ingresos locales y biodiversidad.

4.1.3 Enfoques, metodologías, herramientas, incertidumbres y desafíos

Chile dispone de una red de cerca de 1.000 **estaciones de monitoreo** meteorológicas, fluviométricas, glaciológicas y de calidad de agua lideradas por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la Dirección General de Aguas (DGA) para recopilar datos clave para analizar tendencias climáticas y monitorear fenómenos meteorológicos. El **Portal de Servicios Climáticos** de la DMC ofrece acceso a datos y productos como el monitor de sequía y desde 2017, la DMC publica anualmente los **Reportes de la Evolución del Clima** en base a índices recomendados por la Organización Meteorológica Mundial. El **Atlas de Riesgo Climático (ARClim)** del MMA combina datos públicos y científicos en mapas de amenazas y riesgos climáticos, con el objetivo de apoyar la elaboración de políticas públicas e iniciativas para la adaptación. Consta de los tres componentes principales incluyendo un **explorador de amenazas climáticas**, **mapas de riesgos para 12 sectores** y **mapas de especies**.

4.2 Prioridades y barreras de adaptación

4.2.1 Prioridades nacionales y los progresos realizados para atenderlas

Sectores Prioritarios para Adaptación, Chile ha identificado doce sectores prioritarios para la adaptación; biodiversidad, recursos hídricos, infraestructura, salud, energía, pesca y acuicultura, ciudades, silvoagropecuario, transportes, turismo, minería y zonas costeras, que deben elaborar o actualizar Planes Sectoriales de Adaptación. Entre todos estos sectores se reconoce que la gestión hídrica es una prioridad crítica, dada la vulnerabilidad de Chile a sequías y eventos climáticos extremos, abordándose a través del Plan de Adaptación para Recursos Hídricos, en la NDC, en la ECLP y en los Planes Estratégicos de Gestión del Recurso Hídrico.

Las **prioridades establecidas en los Instrumentos de Gestión de Cambio Climático** en Chile incluyen varios compromisos y objetivos clave. La **NDC de 2020** establece ocho compromisos en adaptación y se enfoca en la actualización de estudios sobre vulnerabilidad y riesgos, el fortalecimiento de la capacidad de adaptación, y la integración de la adaptación y mitigación, especialmente a través de la economía circular, la forestación de bosques y la restauración de paisajes. La **ECLP 2021** define 46 objetivos a largo plazo, destacando la gobernanza sectorial, el conocimiento científico, la seguridad hídrica y la reducción de riesgos, con metas de adaptación en sectores productivos y territoriales. El **Plan Nacional de Adaptación** incorpora un enfoque de vulnerabilidades diferenciadas, considerando género e interseccionalidad, y prioriza la resiliencia y los conocimientos de grupos vulnerables. En tanto, la **Estrategia Financiera de Cambio Climático (EFCC)** se enfoca en priorizar medidas de adaptación con base en su madurez y atractivo, promoviendo una transición hacia tecnologías más limpias a través de una coordinación efectiva.

4.2.2 Brechas, barreras y necesidades en adaptación

La adaptación al cambio climático en Chile enfrenta **brechas de carácter transversal** como la falta de infraestructura resiliente, un ordenamiento territorial adecuado, y carencias en capacidades técnicas y recursos humanos, lo que limita la implementación efectiva de políticas. También existen dificultades de coordinación, financiamiento insuficiente, y falta de herramientas para medir la resiliencia, así como de fiscalización y monitoreo. Las dificultades para acceder a fondos y la falta de coherencia entre políticas nacionales y locales obstaculizan la toma de decisiones. Sin embargo, **factores facilitadores** incluyen unidades especializadas, colaboración institucional, legislación vigente y avances en gobernanza local.

4.3 Estrategias, políticas, planes, metas y acciones de adaptación e integración de la adaptación en las políticas y estrategias nacionales

4.3.1 Acciones en relación con el objetivo mundial relativo a la adaptación

Para la actualización de la NDC de 2025, Chile, alinea sus compromisos de adaptación con las metas del Marco de los Emiratos Árabes Unidos para la Resiliencia Climática Mundial (2023), priorizando los sectores agua, agricultura y seguridad alimentaria, salud, biodiversidad, infraestructura y asentamientos humanos. Respecto del ciclo de adaptación del Marco Referido. Chile compromete estrategias y políticas para fortalecer la resiliencia, evaluar el riesgo, reducir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático y fortalecer el monitoreo, la evaluación y el aprendizaje. Se ha avanzado en los compromisos respecto de la implementación del ciclo de política de adaptación respaldado por la LMCC, aunque persisten desafíos en los sistemas de alerta temprana. Se identifican brechas significativas en tecnologías e infraestructura, que demandan inversiones que hasta ahora no han sido sostenibles con recursos propios.

4.3.2 Objetivos, medidas, metas, iniciativas, esfuerzos, planes y otros esfuerzos para aumentar la resiliencia

La **ECLP** establece objetivos y metas de largo plazo en adaptación, a través del PNACC. Estos instrumentos dan los lineamientos para los planes sectoriales, regionales y comunales. Este marco permite una coordinación efectiva entre niveles de gobernanza, asegurando coherencia entre las políticas de mitigación y adaptación.

En específico, el PNACC, es el principal instrumento de Chile para enfrentar el cambio climático desde la adaptación. Además, fortalece la integración de la adaptación en políticas públicas, fomenta la cooperación público-privada y promueve la innovación y financiamiento climático, consolidando un sistema robusto de evaluación y mejora continua.

Foto: Bryan Contreras

A continuación, se destacan principales avances y enfoques de los **Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático**.

	Sector	Enfoques y Avances Principales
Planes previos, en actualización	Silvoagropecuario	El plan de 2013 ha evolucionado hacia una mayor especificidad, priorizando la gestión integrada de recursos hídricos, la sustentabilidad agroambiental y el manejo de riesgos agroclimáticos, alejándose de un enfoque exclusivamente generalista sobre competitividad.
	Biodiversidad	El plan de 2014 ha integrado soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como eje principal, enfatizando colaboraciones público-privadas y la restauración de ecosistemas como mecanismos de adaptación.
	Salud	Las medidas del plan de 2016 han adoptado un enfoque preventivo, abarcando vigilancia epidemiológica, monitoreo de vectores y planes de respuesta ante eventos extremos, reflejando una atención más integral a la relación entre salud pública y cambio climático.
	Pesca y Acuicultura	El plan de 2015 mantiene sus objetivos específicos, pero con líneas de acción que detallan medidas de adaptación a nivel territorial y el fortalecimiento del enfoque ecosistémico en la gestión pesquera.
	Infraestructura	La actualización del plan de 2017 amplía el enfoque hacia resiliencia climática, sostenibilidad en obras públicas, inclusión de género y gestión integrada del cambio climático, superando el énfasis previo en metodologías y monitoreo.
	Energía	La versión de 2024 refina los lineamientos del plan de 2018, enfocándose en resiliencia energética por segmentos (eléctrico y combustibles), gestión de demanda energética y seguridad energética para grupos vulnerables.
	Ciudades	El plan de 2018 ha mantenido sus ejes estratégicos, pero profundiza en acciones específicas como gestión de residuos, educación ambiental y resiliencia urbana mediante infraestructura sostenible.
	Turismo	El plan actualizado incorpora un enfoque integral para diversificar la oferta turística, restaurar recursos clave y fortalecer la coordinación institucional, ampliando los objetivos del plan de 2019.
Planes nuevos, en formulación	Recursos Hídricos	Se prioriza la reducción de riesgos climáticos, el fortalecimiento institucional y el acceso a financiamiento, con un enfoque en gobernanza y adaptación hídrica.
	Minería	Los lineamientos enfatizan la seguridad hídrica, la planificación resiliente de operaciones y el uso de soluciones basadas en la naturaleza, promoviendo la sostenibilidad en un sector clave para la economía nacional.
	Zona Costera	Se propone una delimitación operativa clara, la integración de conceptos climáticos en la gestión territorial y el fortalecimiento del sistema de áreas protegidas, junto con una amplia participación social y fortalecimiento técnico.
	Transporte	Los objetivos incluyen gobernanza sectorial, monitoreo continuo de riesgos, implementación de soluciones basadas en la naturaleza y gestión de desastres climáticos, reflejando un enfoque preventivo e integral.

Los **Planes de Adaptación Regional al Cambio Climático** (PARCC) en Chile permiten a los gobiernos regionales conectar las políticas nacionales con las prioridades locales. A agosto de 2024, cuatro regiones tienen PARCC aprobados, diez están en proceso y dos en fases preliminares. Estos planes incluyen medidas concretas en sectores clave como conservación de biodiversidad, gestión hídrica, resiliencia agrícola, infraestructura resiliente y participación ciudadana. Enfoques transversales identificados incluyen el aumento de áreas protegidas, la conservación de humedales, la reforestación, prácticas agroecológicas y la planificación urbana resiliente con soluciones basadas en la naturaleza.

Los **Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas** (PERHC) son instrumentos clave para gestionar de forma sostenible el agua en respuesta al cambio climático. Actualmente, se están desarrollando estos planes en nueve cuencas, con la participación de actores clave a través de Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH).

Los Planes Sectoriales de Adaptación en Chile incorporan la **Gestión del Riesgo de Desastres**, garantizando la sinergia entre adaptación al cambio climático y reducción de riesgos. Estos planes adoptan enfoques preventivos y de mitigación, promoviendo una gobernanza efectiva en los territorios afectados. Este enfoque coordina las disposiciones de la LMCC y de la Ley SENAPRED, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante los desafíos climáticos y de desastres.

Chile cuenta con **otras políticas y estrategias relevantes para la adaptación al Cambio climático**, tales como la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025, los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas (PERHC), la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), la Estrategia Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC), la Política

Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (PNRRD), la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT). La Política Nacional de Desarrollo Rural 2020-2030 y la Estrategia Nacional de Soberanía por la Seguridad Alimentaria, la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040. En el diseño de los instrumentos de gestión de cambio climático, se han tenido en cuenta estas estrategias y políticas para asegurar la coherencia y efectividad de la acción en adaptación.

4.3.3 Perspectiva de género y conocimiento indígena, tradicional y local en las estrategias, políticas, planes, metas y acciones de adaptación

La integración de la perspectiva de género en las políticas de adaptación al cambio climático es esencial para garantizar respuestas inclusivas y equitativas. El PNACC, alineado con la LMCC y la ECLP, incluye un enfoque de género para reducir desigualdades y promover la justicia climática.

Se valora el conocimiento indígena y local en los planes sectoriales, como Silvoagropecuario, Pesca y Acuicultura, y medidas presentes en el PNACC fortalecen la resiliencia de mujeres, personas mayores, con discapacidad, jóvenes y pueblos indígenas. La participación ciudadana es clave en los procesos de planificación.

4.3.4 Acciones de adaptación y/o planes de diversificación económica que conducen a co-beneficios de mitigación

El país ha implementado medidas de adaptación al cambio climático que buscan sinergias con las medidas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), promoviendo la resiliencia climática y el avance hacia la carbono neutralidad, al tiempo que maximizan los beneficios ambientales y sociales. Ejemplos de sinergias incluyen el sector infraestructura, con el impulso de energías renovables no convencionales, eficiencia energética y la gestión de huella de carbono en la infraestructura pública, lo que reduce la demanda de energía y el uso de combustibles fósiles, mientras mejora la resiliencia climática. En el sector Energía, se integran consideraciones climáticas en políticas y regulaciones, promoviendo una transición hacia fuentes energéticas más sostenibles y resilientes.

4.3.5 Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la adaptación al cambio climático

La LMCC define las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) como acciones para gestionar ecosistemas de manera sostenible, abordando desafíos como el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica y el riesgo de desastres, mientras se promueven beneficios para la biodiversidad y el desarrollo sustentable. La LMCC refuerza los compromisos internacionales de Chile e integra las SbN los instrumentos de gestión de cambio climático. En específico, la ECLP prioriza las SbN por su capacidad de reducir emisiones, capturar carbono y generar beneficios ecosistémicos.

En el PNACC, se establecieron "Lineamientos para la incorporación de SbN" que priorizan la equidad, inclusión y evaluación costo-beneficio en su implementación. Además, el estudio "Soluciones Basadas en la Naturaleza para Chile", identifica SbN con alto potencial para reducir GEI y promover co-beneficios. Entre los proyectos relevantes se incluyen el Parque Humedal Baquedano, la restauración de cuencas en el Maule y la conservación de humedales en Atacama, que mejoran la resiliencia hídrica y capturan carbono. En el sector silvoagropecuario, destacan iniciativas como la restauración hidrológica en Coquimbo y la recuperación de bofedales en Tarapacá. A pesar de los avances, persisten desafíos como la falta de sistematización de proyectos y centralización de información.

4.3.6 Implicación de los interesados, incluidos los planes, prioridades, acciones y programas de los ámbitos sub-nacional y comunitario y del sector privado

El sector privado en Chile está adoptando medidas para mejorar su resiliencia climática, reducir riesgos y aprovechar oportunidades frente al cambio climático. Ejemplos incluyen la actualización de modelos climáticos para evaluar riesgos mineros, estanques para aumentar la autonomía hídrica en Santiago, investigación sobre el impacto del calor en la salud, desalinizadoras para la minería y programas de restauración ecológica y corredores biológicos.

Las ONG impulsan iniciativas de restauración ecológica y resiliencia comunitaria, como la restauración de cerros isla y humedales altoandinos.

La academia desarrolla investigaciones interdisciplinarias que aportan datos y herramientas para mejorar políticas públicas y estrategias de adaptación, abarcando áreas como gestión del agua, modelación de servicios ecosistémicos y degradación de ecosistemas.

4.4 Progreso en la implementación de la adaptación

A través de la integración de nuevos enfoques y fortaleciendo la gobernanza climática a nivel nacional y territorial, el país ha logrado avances en la implementación de sus compromisos de adaptación. Sin embargo, persisten desafíos en la ejecución de medidas y en la consolidación de sistemas de monitoreo y evaluación. La actualización de los planes en curso busca abordar estas brechas y garantizar una acción climática efectiva y alineada con los compromisos internacionales.

Foto: Bryan Contreras

4.4.1 Progreso en la implementación de los Planes de Adaptación sectoriales

Chile ha demostrado avances importantes en la implementación de la adaptación al cambio climático a través del PNACC y los planes sectoriales. El PNACC logró un 83% de avance en su implementación y comenzó su actualización en 2022. En tanto, los ministerios y subsecretarías a cargo de planes sectoriales reportaron avances específicos en las medidas establecidas en sus áreas:

- **Sector Silvoagropecuario (2013)**, registró un 84% de avance, con medidas clave como el fortalecimiento de capacidades locales y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles;
- **Biodiversidad (2014)**, alcanzó un 81% de avance en sus 50 medidas, con logros destacados como la red nacional de monitoreo de biodiversidad y el uso de humedales como indicadores de salud de cuencas;
- **Pesca y Acuicultura (2015)**, con un 80% de avance, este plan fortaleció la gestión climática en la pesca y la acuicultura mediante proyectos de investigación y herramientas como los Mapas de Riesgo Climático (ARClim);
- **Salud (2016)**, logró un 63% de avance, con medidas clave que incluyen la creación de una unidad de coordinación climática y estudios predictivos de enfermedades vectoriales;
- **Infraestructura (2017)**, con un avance de un 78%, se centró en la preparación de obras públicas frente al cambio climático, integrando el cambio climático en la planificación ministerial y el monitoreo de obras costeras;
- **Energía (2018)**, con un 68% de avance, se fortaleció la resiliencia energética mediante programas de eficiencia y análisis del impacto climático en la demanda energética;
- **Ciudades (2018)**, lográndose un avance del 96% y destacándose como medidas la inclusión del cambio climático en planes reguladores y el fomento de infraestructura verde;
- **Turismo (2019)**, el plan alcanzó un 45% de avance, con logros como la capacitación en prácticas resilientes.

La mayoría de los planes sectoriales han tenido un desempeño positivo en su implementación, mientras que los de inicio más reciente presentan avances menores. Las actualizaciones en 2024 buscan mejorar la adaptación, superar barreras, optimizar la planificación y fortalecer la coordinación sectorial para abordar de manera más integral los desafíos del cambio climático.

4.4.2 Implementación de acciones de adaptación identificadas en el componente de adaptación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional

Chile ha registrado avances significativos en los compromisos de adaptación de la NDC 2020, alineados con la LMCC:

- **Instrumentos de Cambio Climático**: se ha avanzado en la elaboración o actualización de 16 planes regionales y 12 planes sectoriales.
- **Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgos**: la plataforma ARClim y estudios sobre costos de inacción y pérdidas y daños, han fortalecido la base científica para la toma de decisiones, integrando enfoques de género e interseccional.
- **Monitoreo y Evaluación**: se está fortaleciendo el sistema de indicadores con índices de resiliencia y metodologías

para medir progreso y resultados en las metas de adaptación.

- **Involucramiento de Actores No Gubernamentales**: en 2024 comenzó la creación de un registro de acciones de adaptación de actores no gubernamentales, promoviendo la cooperación público-privada.

- **Recursos Hídricos y Gestión de Riesgos**: la implementación de la Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres 2019-2030 y planes específicos, como el de olas de calor, refuerzan la resiliencia ante amenazas climáticas.

4.4.3 Actividades de coordinación y cambios en regulaciones, políticas y planificación

Chile ha desarrollados arreglos institucionales para integrar el cambio climático en sus políticas y mejorar la gobernanza climática, incluyendo:

- **Nuevas Unidades y Comités**: instituciones como el Ministerio de Obras Públicas (MOP), Minería, Salud, SENAPRED, SERNAGEOMIN, DGA y SECTRA han creado unidades dedicadas a la adaptación climática, impulsando avances en infraestructura, salud pública, transporte y recursos hídricos y la integración de la adaptación en la gestión del riesgo de desastres.

- **Fortalecimiento de los CORECC**: han mejorado la coordinación territorial e intersectorial, permitiendo la planificación de medidas adaptativas que responden a las prioridades regionales. Avances destacados incluyen mayor inversión en educación climática y mejor coordinación con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en proyectos de desarrollo urbano.

4.5 Monitoreo y evaluación de acciones y procesos de adaptación

La LMCC establece procedimientos para el monitoreo y evaluación (M&E) de la adaptación al cambio climático. Todos los instrumentos de adaptación deben contar con indicadores de MRV, cuya implementación es supervisada por el MMA.

Por otra parte, el Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana incluye una Plataforma de Adaptación Climática, que centraliza información para apoyar políticas y evaluar medidas de adaptación. Además, Chile avanza hacia el compromiso de la NDC 2025, desarrollando un sistema de M&E con indicadores de proceso y resultados aplicables a todos los instrumentos de adaptación.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) está desarrollando un sistema de M&E, mediante una plataforma digital de acceso público, para consolidar y estandarizar información sobre la implementación de medidas, facilitando la evaluación del progreso y los informes ante la CMNUCC. El PNACC 2024 prioriza el desarrollo de indicadores de resiliencia y capacidad de adaptación, además de mejorar el monitoreo de la integración del cambio climático en el SEIA y la EAE. Estos indicadores permitirán medir el avance anual de las acciones y el cumplimiento de los objetivos de adaptación al 2050, con un enfoque en la reducción de vulnerabilidades y riesgos.

Entre los avances, destacan los estudios del MMA, como el "Desarrollo de indicadores nacionales" (2021-2022), que recalculó riesgos de ARClim y propuso gobernanza para un Sistema de Indicadores de Adaptación. En 2024 se creó un Registro público de acciones de adaptación para difundir buenas prácticas.

Foto: Nicolás Smith D.

4.6 Información relacionada con evitar, minimizar y abordar la pérdida y el daño asociados con los impactos del cambio climático

4.6.1 Impactos observados y potenciales

Un estudio del MMA encargado a la CEPAL (2023), destacó que la inacción frente al cambio climático bajo el escenario RCP 8.5 podría generar pérdidas anuales significativas hacia 2050, estimadas en USD 4.120 millones, afectando a sectores clave como la minería (USD 1.646 millones) y la biodiversidad (USD 1.300 millones). Otro estudio del MMA propuso una hoja de ruta para mejorar la cuantificación de pérdidas y daños (P&D) mediante herramientas como sensores remotos y SIG, y evaluó los impactos en infraestructura, viviendas, servicios, sectores productivos y población por eventos extremos ocurridos entre 2008 y 2023 (Figura 8).

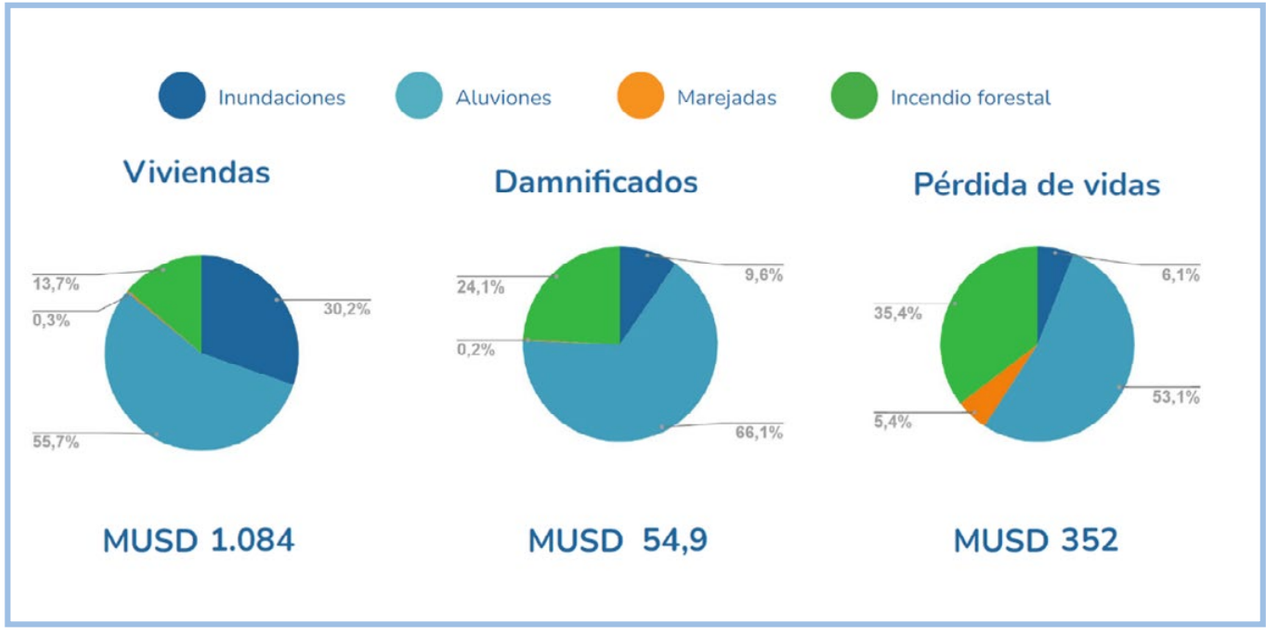


Figura 8. Resumen de daños económicos por eventos extremos entre 2008 y 2023 (marzo).

Fuente: (MMA-DEUMAN, 2023a).

En base a procesos participativos materializados en talleres con municipios, academia, ONG y sociedades civiles, **se identificaron P&D específicos en cada macrozona del país:**

- **Macrozona Norte:** marejadas que afectan infraestructura costera y biodiversidad marina;
- **Macrozona Centro**: pérdidas en la productividad agrícola y biodiversidad; conflictos sociales asociados a la adaptación al cambio climático;
- **Macrozona Centro-Sur**: impactos en infraestructura, sistemas hídricos y biodiversidad; pérdidas de asentamientos humanos y vidas;
- **Macrozona Austral**: daños en la resiliencia de ecosistemas y productividad turística; pérdidas en biodiversidad marina y sistemas hídricos por el retroceso glaciar.

Entre las **oportunidades y brechas para evaluar P&D**, se detectó la falta de criterios homogéneos para el levantamiento de datos, la necesidad de contar con sistemas de monitoreo y evaluación en tiempo real, con herramientas para medir impactos no económicos, y plataformas centralizadas para integrar datos de múltiples instituciones. También se identificó la necesidad de mejorar la gestión y gobernanza, fortaleciendo la coordinación entre niveles central, regional y local, y conectar mecanismos internacionales para acceder a financiamiento y asistencia técnica. Finalmente se requiere mayor participación del sector privado para redirigir inversiones hacia la adaptación y la gestión de pérdidas y daños.

4.7 Cooperación, buenas prácticas, experiencia y lecciones aprendidas

Chile ha priorizado el intercambio de conocimientos y recursos como parte fundamental de su estrategia de adaptación al cambio climático. Entre estos, destaca experiencias, buenas prácticas y aprendizajes en el ámbito nacional e internacional.

4.7.1 Experiencias que aportan a la cooperación internacional

Chile contribuye a la cooperación internacional en adaptación climática a través de iniciativas como **ENANDES**, liderado por la Dirección Meteorológica y financiado por el Fondo de Adaptación, que fortalece servicios climáticos en la región andina mediante pronósticos, herramientas como la Calculadora AgroFotovoltaica, índices de sequía y sistemas de alerta temprana en Argentina y Bolivia. Asimismo, destaca **AdaptaClima**, un proyecto regional centrado en ciudades costeras como Antofagasta y Taltal (Chile) y Esmeralda (Ecuador), que busca mitigar riesgos de inundaciones y deslizamientos, implementado por el CAF y financiado por el Fondo de Adaptación.

4.7.2 Buenas prácticas y lecciones aprendidas

Chile ha compartido algunas de las buenas prácticas y lecciones aprendidas en relación con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y la incorporación de lineamientos transversales y guías, para la inclusión de la adaptación en políticas públicas de distintos niveles territoriales.

Más aún, la implementación de proyectos de adaptación ha permitido identificar buenas prácticas en diversas temáticas, por ejemplo (1) cambio climático y resiliencia de la pequeña agricultura; (2) capacidad de adaptación en el sector pesca y acuicultura, que identificó factores de éxito e impedimentos que influyen en el desarrollo sostenible del sector; (3) brecha de acceso al agua en regiones vulnerables, que conformó redes de colaboración y gestión integrada y participativa del agua en el territorio que pueden ser replicable.

SENAPRED resalta un piloto de Metodología Global para diseñar infraestructuras más resilientes ante desastres climáticos.

4.8 Otra información relacionada con los impactos del cambio climático y la adaptación

4.8.1 Procesos Participativos

Chile garantiza la participación ciudadana en la gestión pública mediante la Ley 20.500, que reconoce el derecho de las personas a involucrarse en políticas y decisiones estatales. Ejemplos destacados incluyen la Participación Ciudadana Temprana, promovida por el MMA, que facilita la recolección de aportes mediante herramientas como encuestas, mesas público-privadas y cabildos ciudadanos, tanto presenciales como virtuales. En el marco de la LMCC, las Mesas Territoriales promueven la participación en planes regionales de acción climática, integrando las particularidades locales en estrategias de mitigación y adaptación.

4.8.2 Riesgos Climáticos Transfronterizos

Los riesgos climáticos transfronterizos requieren cooperación internacional por su naturaleza compartida. En Chile, destacan los recursos hídricos de las cuencas andinas compartidas, impulsando la "hidro-diplomacia" para gestionar conflictos y promover el uso sostenible del agua. El cambio climático también afecta los ecosistemas marinos, intensificando tensiones en pesca y acuicultura, especialmente con Perú, debido a desplazamientos de especies y sobreexplotación. Además, el mosquito Aedes aegypti, vector del dengue, amenaza con expandirse en Chile, que colabora con la OPS y la OMS en estrategias de prevención y control.

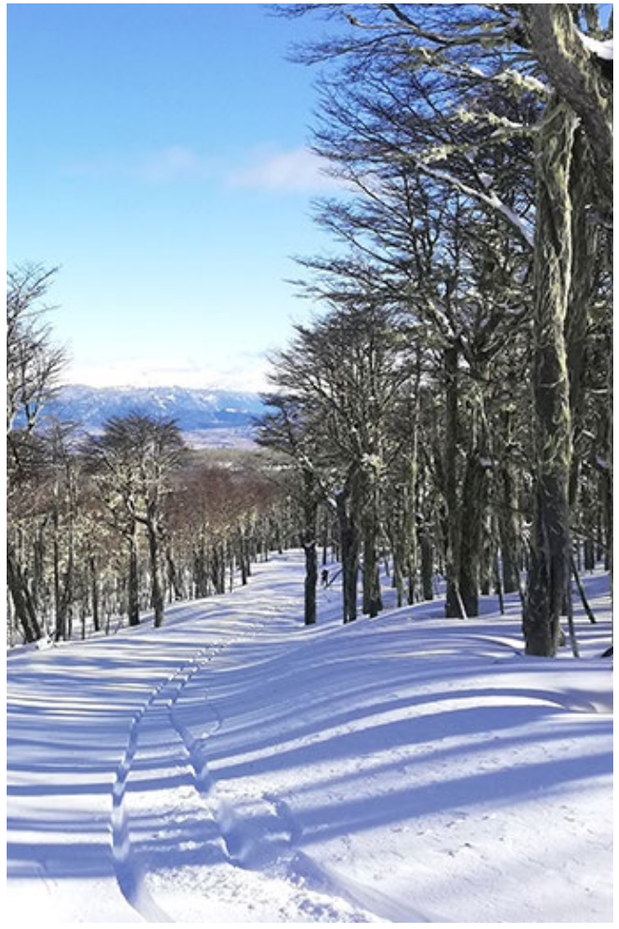


Foto: Nicolás Smith D.

5. NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO Y ENTREGADO EN MATERIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

El capítulo 5 presenta información sobre las necesidades específicas de Chile en la gestión del cambio climático, presentando tanto sus barreras como brechas. Asimismo, se muestra el apoyo internacional recibido por nuestro país durante el último bienio y los aportes entregados a otras naciones.

La información que se despliega es el resultado del proceso de reporte sectorial siendo el principal informante el ETICC. Esta información se estructura en dos partes: (1) necesidades, barreras y brechas en los sectores público y privado, y (2) apoyo a la acción climática; analizándose dichas categorías según sus ámbitos y dimensiones.

La metodología aplicada para el levantamiento y análisis de la información sobre *"Necesidades"* del Sector Público, se realiza mediante un análisis documental para el reporte de necesidades, un diseño de método de captura de información primaria, capacitación y empoderamiento de actores en consulta, un levantamiento de información primaria, la recepción y validación de la información primaria reportada y, por último, de la consolidación de información para el análisis. Para al Sector Privado se utiliza una metodología basada en entrevistas a agentes claves del mundo empresarial.

A partir de lo anterior, se evidencia un total de 118 necesidades, las que se distribuyen de la siguiente manera.

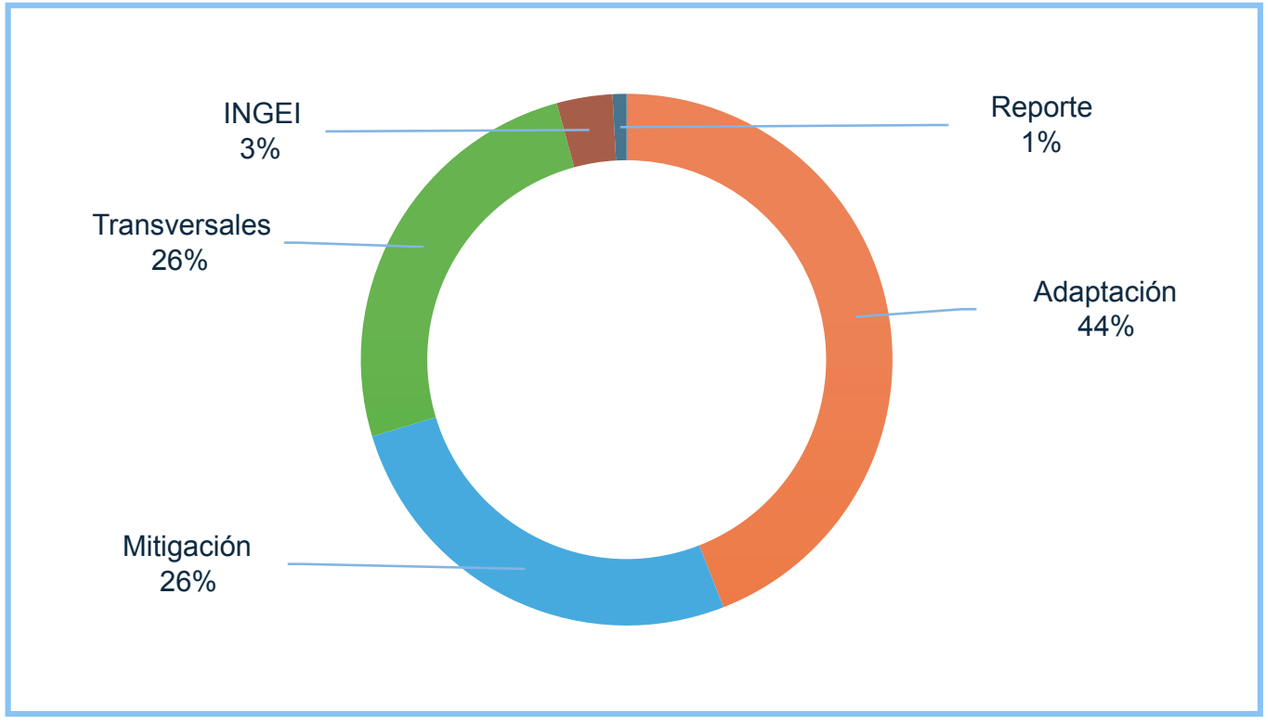


Figura 9. Distribución de necesidades según ámbito.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Además, se detalla la distribución de las necesidades según su dimensión de apoyo principal, donde la mayoría (59%) refieren al desarrollo de capacidades, un 30% representan a la implementación de planes, proyectos y tecnologías específicas, agrupados en la categoría de apoyo financiero y un 10% apunta a necesidades para impulsar acciones de desarrollo y transferencia de tecnología, donde el 1% es de apoyo a la transparencia.

Asimismo, el capítulo presenta información relevante respecto de las posibles soluciones y barreras de implementación relativas a las necesidades del Sector Público, las que se analizan en detalle dependiendo de los ámbitos de acción y su dimensión, destacando dentro de los análisis:

- Para el ámbito Reporte, se detalla que persisten desafíos en la dimensión Apoyo a la Transparencia, referidos a encauzar recursos permanentes (USD 500.000 anuales) para la elaboración de los reportes establecidos en el Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

- En el ámbito de INGEI, las necesidades levantadas de este ámbito están referidas a la generación de metodologías, compilación de información e implementación de estudios para la medición de la huella de carbono para diferentes sectores. Siendo la mayor barrera identificada el financiamiento disponible y la posición del país como receptor de fondos internacionales, así como las limitaciones tecnológicas; por ende, se detalla que para lograr satisfacer estas necesidades se requerirían aproximadamente USD 140.000 (plazo bianual).

- En el ámbito de mitigación, se identifican necesidades urgentes, principalmente en relación con la creación de capacidades y la asistencia técnica (especialmente para sectores de energía, transporte e infraestructura).

    - Bajo la dimensión de "Apoyo Financiero", este documento evidencia que el financiamiento disponible para la ejecución de estas incitativas es la barrera más importante, contando además con barreras técnicas en cuanto al nivel de capacitación de los sujetos encargados de la implementación de los proyectos y las capacidades tecnológicas con las que se cuenta; del mismo modo, también se alude a barreras de orden sociocultural, referentes a la capacidad de la ciudadanía de aceptar e integrar nuevos modos en su cotidiano. Los recursos necesarios en esta dimensión "Apoyo Financiero" tienden a ascender a USD 378.000.000.
    - En la dimensión "Desarrollo de capacidades", se evidencia que las necesidades primordialmente van en línea con la generación de estudios específicos (levantamientos de información, diseño, implementación) y el fortalecimiento de capacidades técnicas de los servicios mediante capacitación y aumento de plantas (RRHH). El apoyo financiero es la principal barrera para llevar a cabo estas acciones y en segundo lugar, las capacidades presentes de los equipos para emprender estudios de alto nivel de tecnicidad. Se identifica que para este ámbito el monto ascendería a los USD 7.700.000.
    - Para la dimensión "Desarrollo y Promoción de Nuevas Tecnologías", se constata que las necesidades atienden al incremento de conocimientos respecto del hidrógeno verde, siendo las principales barreras que dificultarían la solución de estas necesidades transversalmente las de financiamiento y las capacidades de los equipos que han de implementar y gestionar las nuevas tecnologías. Por ende, de las necesidades levantadas en este ámbito, se valorizan en un monto de USD 5.900.000.

- En el ámbito de adaptación, un hito relevante es la Actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La actualización de este instrumento entregará a los planes sectoriales, regionales y comunales, lineamientos para la elaboración de sus propios planes, proporcionando estándares mínimos para que los sectores velen por su implementación. Reflejando así el desafío de la actualización de los planes sectoriales al incorporar nuevos conocimientos sobre impactos, vulnerabilidades y lecciones aprendidas.
    - En la dimensión de "Apoyo Financiero", se vislumbra la necesidad de implementación de las medidas de los planes de adaptación sectoriales, así como de programas puntuales, mejorando las redes de monitoreo del país y desarrollando herramientas web. La mayor brecha es el aspecto del financiamiento, acompañado de las limitantes en las capacidades disponibles. Los montos necesarios ascienden a USD 593.000.000.
    - Para la dimensión de "Desarrollo de Capacidades", se comprueba la necesidad de levantamientos de información, elaboración de metodologías de acción y guías, generación de estudios técnicos e identificación de condiciones habilitantes para la implementación de planes y proyectos; la capacitación y contratación de apoyos técnicos dentro de los servicios, y en tercer orden a la generación de alianzas entre actores relevantes para la instalación de condiciones habilitantes. Aca, las principales barreras se refieren una vez más al apoyo financiero disponible, y como complemento, a carencias en las capacidades y tecnologías disponibles para la implementación de las medidas. El monto en el que se valoriza es de USD 258.000.000.
    - En la dimensión de "Desarrollo y Transferencia Tecnológica", las necesidades que se presentan en el documento, se refieren a la profundización de estudios para promover la generación de energía geotérmica, al fortaleciendo de la seguridad energética, y la instalación de procesos de machine learning en el sector silvoagropecuario. En tanto, se aprecia como levantamiento de barreras aquellas asociadas al financiamiento, a la gobernanza y a factores socioculturales. El monto necesario asciende a USD 352.000.

- En cuanto a las necesidades transversales, esta categoría releva la necesidad de abordar las brechas identificadas en los estudios disponibles, mediante la instalación de proyectos en terreno.

    - En la dimensión de "Apoyo Financiero" se necesitaría financiamiento para la implementación de los programas, proyectos y planes. Se detalla un requerimiento que asciende a USD 83.000.000.
    - En la dimensión de "Desarrollo de Capacidades", se evidencia que la mayoría de las necesidades refiere a la generación de espacios de asistencia técnica, capacitación y contratación de profesionales. Asimismo, se levanta la necesidad de elaboración de guías y estudios técnicos y de identificación de condiciones habilitantes. La principal barrera identificada es el financiamiento disponible, seguido por gobernanza. Solventar estas necesidades se cuantifica en aproximadamente USD 3.200.000.
    - Respecto de la dimensión de "Desarrollo y Transferencia Tecnológica", las principales necesidades del país es la instalación de capacidades para la adopción de tecnologías existentes. Para dar cumplimiento a esta dimensión, la principal barrera es el acceso a financiamiento, donde el monto requerido para dar respuesta a lo anteriormente indicado asciende a USD 370.000.

Por lo tanto, el capítulo comprueba que el acceso al financiamiento se posiciona como la principal barrera para suplir las necesidades respecto de la acción climática en todos los ámbitos y dimensiones del Sector Público.

Dentro de la priorización de las necesidades manifestadas en el Sector Público, se constata que el desarrollo de capacidades se establece como una necesidad prioritaria a modo transversal.

En cuanto a las necesidades de apoyo del Sector Privado, se destaca que este sector ha desempeñado un papel significativo en la inversión y la implementación de medidas innovadoras para mitigar el cambio climático. Sin embargo, el ámbito de adaptación es una temática incipiente que recientemente se está estudiando e incorporando el rubro.

En el documento se explica que a partir de un estudio levantado recientemente para el Sector Privado y por medio de diversas entrevistas, se constatan las brechas y necesidades de apoyo requerido, tales como: la baja comprensión en adaptación al cambio climático, la poca implementación de medidas relacionadas con adaptación al cambio climático, el uso limitado de instrumentos financieros, la dificultad de acceso al financiamiento, el ahondar los esfuerzos para la generación de sinergias entre las empresas y/o conglomerados, y cómo la tecnología chilena enfrenta diversas barreras de entrada al mercado.

Respecto del Apoyo a la Acción Climática en Chile, el capítulo hace referencia al apoyo internacional recibido y entregado (nacional) para actividades relacionadas con el cambio climático. Esta información se clasificó en dos categorías: Apoyos Recibidos en el periodo 2022-2024 y el Apoyo Entregado (nacional) a actividades relacionadas con el Cambio Climático.

En cuanto a los apoyos recibidos, para el periodo 2022-2024, el documento muestra que Chile recibió un total de USD 68.880.192 en apoyo internacional para el desarrollo de proyectos y actividades relacionadas a cambio climático, distribuidos dimensiones de Apoyo Financiero, Desarrollo de Capacidades, y Desarrollo y Transferencia de Tecnologías. Detallándose lo proporcionado a la Quinta Comunicación Nacional y el Primer Informe Bienal de Transparencia, así como el apoyo a la transparencia para el fortalecimiento y actualización de la NDC Chile, montos que ascienden a los USD 3.239.755.

Asimismo, el capítulo señala los apoyos internacionales recibidos para actividades relacionadas con el cambio climático, donde Chile como país en vías de desarrollo, cuenta con el apoyo internacional destinado a iniciativas de cambio climático de diferentes organizaciones e instituciones. En este se indica la información sobre los aportes que recibe Chile, a través de flujos directos de dinero para desarrollar actividades o programas específicos de la agenda climática nacional. Puntualizando, que durante el periodo de reporte, 2022-2024, las instituciones donantes aportaron a Chile un total de USD 63.776.956 en la dimensión de Apoyo Financiero, un total de USD 963.495 en la dimensión de Desarrollo de Capacidades y Asistencia Técnica y en el área de transferencia de tecnologías, los cuales se cuantifican en USD 800.076.

Foto: Bryan Contreras

6. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

6.1 Introducción

La LMCC, en su artículo 3°, define los Medios de Implementación como toda "acción, medida o proceso del ámbito institucional o normativo para el desarrollo y transferencia de tecnología, creación y fortalecimiento de capacidades y financiamiento, entre otros, que se requieran para la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático"; y en su artículo 6°, presenta una descripción de los Medios de Implementación de la ECLP: a) Desarrollo y Transferencia de Tecnología; b) Creación y Fortalecimiento de Capacidades, y c) Lineamientos Financieros. En este contexto, este capítulo presenta los avances del país respecto de estos tres medios de implementación, conectados con las Estrategias de: i. Desarrollo y Transferencia de Tecnológica para el Cambio Climático; ii. Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático, y iii. Financiera de Cambio Climático.

6.2 Desarrollo y Transferencia Tecnológica

Desde 2018, el Ministerio de Ciencia impulsa la **investigación**, desarrollo tecnológico e innovación, promoviendo la formación de capital humano y democratizando el conocimiento. Su estructura incluye una Subsecretaría, Secretarías Regionales y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), enfocándose en reducir desigualdades territoriales, disciplinarias y de género, fortaleciendo capacidades en I+D+i a nivel nacional y regional. Aunque no cuenta con una unidad especializada en cambio climático, el ministerio ha desarrollado estrategias y equipos técnicos para asumir responsabilidades en esta materia, como la secretaría técnica del Comité Científico y el Repositorio de Ciencia y Tecnología. En 2021, presentó la Estrategia de Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático, alineada con la LMCC y vinculada a las metas climáticas nacionales.

La Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) 2023-2026 impulsa el desarrollo sostenible frente a la crisis ambiental y desafíos sociales. Sus ejes son: vinculación con la sociedad, desarrollo de capacidades y fortalecimiento del ecosistema. Destaca en acciones como promover la resiliencia climática, carbono neutralidad y fortalecer la investigación en sustentabilidad.

Durante 2024, se identificaron cinco brechas clave del sistema CTCI para abordar la crisis climática: 1) gobernanza de datos y tecnologías para enfoques integrados, 2) la interfaz ciencia-política y ciencia-sociedad para acciones informadas, 3) capacidades humanas especializadas en enfoques interdisciplinarios, 4) conocimiento e infraestructura sobre cambio climático, biodiversidad y contaminación, y 5) el seguimiento técnico de Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC). Asimismo, se detectaron 79 sub-brechas que requieren acciones urgentes y coordinadas (UNTEC et al., 2024).

6.2.1 Estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático (EDTTCC)

La EDTTCC busca fortalecer la transferencia tecnológica para lograr un desarrollo sostenible, resiliente y carbono neutral a 2050, alineada con la NDC 2020. Sus objetivos incluyen identificar y priorizar sectores emisores o sumideros de GEI y afectados por el cambio climático, utilizando los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC) y criterios nacionales consensuados. La estrategia propone crear Planes de Acción Tecnológica mediante la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA), eliminando barreras institucionales, normativas y económicas. Además, impulsa la cooperación entre sector público, privado y organismos internacionales para coordinar iniciativas e incorpora lineamientos de investigación y sistematización de datos climáticos para informar políticas a todos los niveles. Además, la EDTTCC destaca la creación de un marco habilitador para superar barreras en el desarrollo de tecnologías y la implementación de Planes de Acción Tecnológica (PAT), priorizando sectores clave.

Entre 2020-2025, se presentó un proyecto al Fondo Verde del Clima para realizar TNA y PAT en tres sectores, además de crear un Inventario de Tecnologías Climáticas y centros de investigación. La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), como Entidad Nacional Designada, facilitó TNA en adaptación (sectores silvoagropecuario y recursos hídricos) y mitigación (energía y residuos).

6.2.2 Experiencias de desarrollo tecnológico para enfrentar el cambio climático en conjunto con el sector privado

En esta se sección se presentan algunas iniciativas de desarrollo tecnológico específico sobre cambio climático, desarrolladas por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE). En esta línea, el Programa de Desarrollo Productivo Sostenible (DPS) en 2023 marcó un hito, abordando desafíos como la descarbonización justa, resiliencia climática, y diversificación productiva.

CORFO impulsa la mitigación y adaptación al cambio climático con programas como **Transforma Cambio Climático** (energía, recursos hídricos, edificación sostenible), **Territorio Circular** (economía circular) y **Transforma Turismo** (eficiencia energética y gestión cero emisiones). Financió centros clave como el Instituto Chileno de Tecnologías Limpias en Antofagasta y el Centro de Electromovilidad. Entre 2020-2024, apoyó a más de 600 proyectos en adaptación, mitigación y economía circular, fortaleciendo la innovación y resiliencia climática.

La AgenciaSE ha implementado diversas iniciativas para promover la eficiencia energética y las energías renovables en Chile, incluyendo proyectos fotovoltaicos y de acondicionamiento térmico en edificios públicos y escuelas, así como el Programa GEF de Energía Distrital y el programa Giro Limpio para certificar empresas de transporte sustentable. Apoya la transición hacia tecnologías limpias con la Aceleradora de Electromovilidad y proyectos de hidrógeno verde. También ha instalado sistemas fotovoltaicos en hogares y mejorado el acceso energético en jardines infantiles rurales. La Comuna Energética promueve proyectos sostenibles en 108 comunas, y la AgenciaSE fomenta la educación energética y apoya la industria con programas de eficiencia energética y energías renovables. Además, reconoce a organizaciones líderes en reducción de emisiones y certifica ahorros energéticos.

6.2.3 Comité Científico Asesor de Cambio Climático

El Comité Científico Asesor para el Cambio Climático, asegura que las políticas chilenas estén alineadas con compromisos internacionales, como el Acuerdo de París, y respalden objetivos de largo plazo en mitigación y adaptación. El comité actual, conformado en 2024, reúne expertos en áreas críticas como ecosistemas marinos, salud pública, gobernanza del agua y eficiencia energética. En el periodo del reporte, se han generado varias publicaciones, como el Informe Previo de la Estrategia Climática de Largo Plazo, y sobre temáticas específicas asociadas a: desalinización, ventilación, soluciones basadas en la naturaleza, transformación, seguridad hídrica, océanos y oportunidades para una reactivación resiliente.

6.2.4 Agencia Nacional de Investigación y desarrollo e investigaciones relacionadas con cambio climático

ANID administra programas enfocados en: Capital Humano, que financia becas de posgrado nacionales e internacionales; Centros, que impulsa instituciones como Centros Basales, Fondap y Núcleos Milenio; Redes, Estrategia y Conocimiento, que promueve la colaboración entre ciencia, industria y el Estado; Proyectos de Investigación, que financia iniciativas a través de fondos como Fondecyt e Iniciación en Investigación, e Investigación Aplicada, con programas como Fondef, orientados a la innovación en sectores productivos y sociales. Además, ANID ejecuta otros programas relevantes como FONIS, PIA y Explora, fortaleciendo la producción científica y la transferencia tecnológica en diversas áreas.

Desde 2010, ANID ha evidenciado un crecimiento sostenido en proyectos relacionados con el cambio climático, tanto en cantidad como en financiamiento, destacando años como 2023, con 106 proyectos adjudicados.

Entre 2021 y 2023, se adjudicaron 980 proyectos vinculados al cambio climático, abarcando investigaciones en temas como incendios forestales, adaptación al cambio climático en zonas áridas y bioconversión de CO_2. Estas iniciativas evidencian el compromiso de ANID con la ciencia aplicada, generando soluciones innovadoras y conocimiento crítico para enfrentar los desafíos climáticos en Chile y fortalecer la adaptación y mitigación.

Varios centros de investigación han sido apoyados por ANID a través de programas como Centros de Excelencia Científica y Programas Regionales y Asociativos de Investigación. Estos centros se enfocan en áreas vinculadas al cambio climático y la sostenibilidad, abordando temas como la ciencia del clima, ecosistemas marinos, zonas áridas, ecología aplicada, geotermia, acuicultura sustentable, energías renovables, desarrollo urbano, y oceanografía, entre otros. Además, los Institutos Tecnológicos

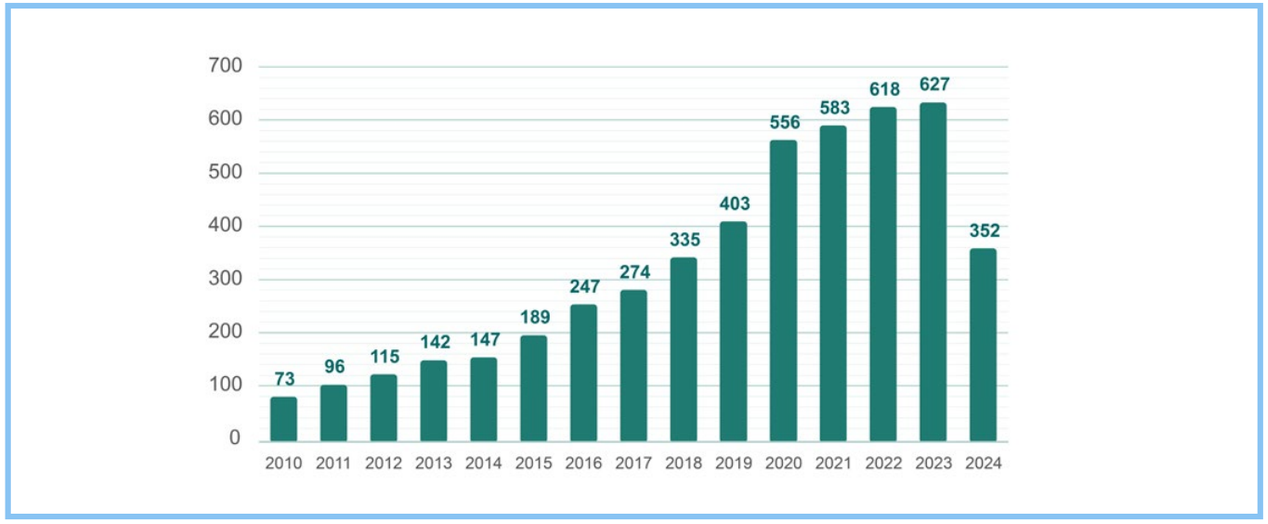


Figura 10. Evolución Temporal del Número de Publicaciones.

Fuente: datos compartidos por MinCiencia.

y de Investigación Públicos de Chile fortalecen la infraestructura nacional y apoyan la investigación científica y tecnológica, con un enfoque en la innovación y el desarrollo económico y ambiental. Estos incluyen la Agencia de Sostenibilidad Energética, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Conecta Logística, Fundación Chile, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Antártico de Chile (INACH), Instituto Forestal (INFOR), Instituto Nacional de Hidráulica (INH), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Instituto Nacional de Normalización (INN), Instituto de Salud Pública (ISP), Instituto para la Resiliencia ante Desastres (ITREND). Otros organismos clave incluyen el Servicio Aerofotogramétrico (SAF), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

6.3 Creación y fortalecimiento de capacidades

La LMCC establece que la ECLP debe incluir objetivos, metas e indicadores que fortalezcan las capacidades necesarias para enfrentar el cambio climático. En esta línea, el 16 enero de 2024, se publicó la Resolución N° 35 del MMA, que aprueba la Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático , que tiene como visión "que Chile cuente con una sociedad e instituciones capacitadas para responder a los desafíos del cambio climático, con una ciudadanía informada, sensibilizada y proactiva que contribuirá a la elaboración de políticas públicas y aportará desde su ámbito personal y organizacional a los cambios necesarios para lograr la carbono neutralidad y resiliencia del país a más tardar a 2050". La estrategia desarrolla lineamientos y líneas de acción, sobre cinco componentes: a) Investigación y ciencia; b) Creación y fortalecimiento de capacidades; c) Educación ciudadana para abordar el cambio climático; d) Cooperación e intercambio de experiencias, y e) Acceso a la información y participación ciudadana.

Estos componentes cuentan con lineamientos y líneas de acción, que guían tanto la elaboración de los instrumentos de gestión del cambio climático, como para que puedan ser implementados por cualquier organización del sector público, privado, academia o sociedad civil. Este instrumento establece el Comité Coordinador de Acción para el Empoderamiento Climático (CCAEC), encargado de la elaboración, implementación y seguimiento de la Estrategia de Empoderamiento Climático, en colaboración con el Ministerio de Educación, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; el Ministerio del Trabajo y Previsión Social, y el MMA. Este componente tiene como objetivo generar competencias laborales en las personas y el desarrollo de capacidades en organizaciones, tanto públicas como privadas y de la sociedad civil, para avanzar hacia la carbono neutralidad y la resiliencia frente a los efectos del cambio climático. Las iniciativas que contribuyen a la implementación de estos lineamientos se describen a continuación:

Cabe mencionar, que el componente de investigación y ciencia fue desarrollado en la sección anterior del capítulo. A continuación, se resumen los avances presentados en los otros cuatro componentes.

6.3.1 Creación y fortalecimiento de capacidades

Algunas iniciativas, que han contribuido a la implementación de este componente son, el Estudio "Proyección de la necesidad de capital humano en el contexto de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático en Chile", y los Programas de Formación para la Competitividad (PFC) de Corfo, a través de cursos en adaptación hortícola, gestión de GEI, Economía Circular, entre otras iniciativas. Por otra parte, se ha buscado fortalecer las capacidades en los niveles nacional, regional y subregional, a través de un programa específico apoyado por EUROCLIMA+ y GIZ, y el diplomado de acciones climáticas subnacionales implementado con apoyo de FAO y el Fondo Verde del Clima. Se suma a lo anterior, los esfuerzos de la Academia SUBDERE, con sus programas de cambio climático, gestión energética, desarrollo sostenible y economía circular. Adicionalmente, se ha puedo a disposición la Guía Metodológica para la elaboración de un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PNUD y MMA) y la Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales: hacia territorios carbono-neutrales y resilientes (BID y MMA).

En tanto, el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) es un sistema integral de carácter voluntario, que permite a los municipios instalarse en el territorio como un modelo de gestión ambiental. A marzo de 2024, 70% de las municipalidades del país son parte del programa. Además, el MMA impulsa el programa de acreditación de instituciones públicas y entidades privadas incorporen buenas prácticas ambientales en la administración de las dependencias físicas de la institución, denominado Oficina Verde. Actualmente, el programa cuenta con 81 instituciones participantes, de las cuales 67 son instituciones públicas y 14 son entidades privadas.

6.3.2 Educación ciudadana para abordar el cambio climático

Este componente tiene como objetivo sensibilizar y educar a niñas, niños, jóvenes y adultos sobre el cambio climático, a nivel formal, no formal e informal, estimulando la búsqueda y puesta en marcha de soluciones transformadoras para enfrentar la urgencia climática, con enfoque intercultural, intergeneracional y de género. Esta sección presenta los avances desde el Ministerio de Educación y algunas iniciativas lideradas por el MMA, como el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE), la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffman, iniciativas de educación ambiental comunitaria, el Repositorio de Educación Ambiental y el Fondo de Protección Ambiental.

Cabe mencionar que el MINEDUC ha asumido un rol fundamental en la acción climática, participando en instancias técnico-políticas de alto nivel y conformando un comité interno que coordina lineamientos comunes. En esta línea, ha estado trabajando en el desarrollo del Marco de Educación Integral para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (MEISC), que integra obligaciones legales, compromisos internacionales y principios como los del Acuerdo de Escazú, para fortalecer la educación ambiental, la inclusión, la equidad y la calidad del aprendizaje. Este marco, aún en fase final de publicación, está orientado por cuatro ejes: gestión institucional, desarrollo de capacidades, transformación de espacios de aprendizaje y vinculación territorial. Además, iniciativas como el Plan de Implementación del Acuerdo de Escazú, el Programa EDS 2030 y el Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE) refuerzan el compromiso educativo en torno a la sustentabilidad.

Por otra parte, la incorporación del cambio climático en el currículo escolar, incluida la actualización de contenidos y objetivos de aprendizaje para enseñanza media, contribuye a formar ciudadanías más informadas y resilientes. El Mineduc ha impulsado el levantamiento del estado de la Educación para el Desarrollo Sostenible, la creación de un sitio de Educación para la Sustentabilidad que sistematiza recursos y orientaciones pedagógicas, y un proceso de actualización curricular en 2024, que busca afianzar la educación medioambiental desde la primera infancia hasta la educación superior. De esta manera, el sistema educativo chileno avanza hacia una formación integral capaz de afrontar la triple crisis planetaria y construir una sociedad justa, sostenible e inclusiva.

Algunos resultados de las iniciativas del MMA, incluyen la certificación de escuelas y liceos, integrando la dimensión ambiental en ámbitos curriculares, de gestión interna y de vínculo con el entorno, con más de 2.300 establecimientos certificados en 2024, en el SNCAE. Además, la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann del MMA ha impartido cursos e-learning para docentes, ciudadanía y funcionarios públicos, abordando temáticas de cambio climático, agua y equidad de género, fortaleciendo capacidades en educación ambiental. La educación ambiental comunitaria impulsa acciones en territorios y comunidades, destacando el trabajo de Forjadores Ambientales y la elaboración de guías metodológicas para la participación ciudadana en cambio climático. El Repositorio de Educación Ambiental del MMA reúne a más de 250 recursos pedagógicos, apoyando docentes, ciudadanía y funcionarios públicos en diversas temáticas, incluido el cambio climático.

Finalmente, el Fondo de Protección Ambiental (FPA) financia iniciativas ciudadanas de protección ambiental, con énfasis en mitigación y adaptación al cambio climático, proyectos sustentables para pueblos indígenas y usos innovadores de recursos extrapresupuestarios, contribuyendo a la educación, la sostenibilidad y la acción climática a escala local.

6.3.3 Cooperación e intercambio de experiencias

Este componente promueve la cooperación y el intercambio de conocimientos y experiencias para impulsar la acción climática a nivel internacional, nacional, regional y local. En este marco, la Conferencia Local de la Juventud (LCOY) es un espacio clave para que las juventudes chilenas articulen propuestas y exigencias, reflejadas en una Declaración Nacional de la Juventud sobre Cambio Climático. Desde 2021, se han realizado diversas versiones de la LCOY, incorporando temáticas como empoderamiento climático, pérdidas y daños, transición justa y justicia ambiental. Estas declaraciones han influido en avances como la ratificación del Acuerdo de Escazú, la aprobación de la Ley Marco de Cambio Climático y la modificación del Código de Aguas. Aunque todavía no se observan cambios sustanciales en todas las demandas juveniles, existen señales de progreso en materia de gobernanza, derechos ambientales y transición hacia sociedades más justas y sostenibles. La última Declaración (2023) integra enfoques territoriales, interseccionales y justos, fortaleciendo el rol de la juventud en la construcción de políticas públicas climáticas.

6.3.4 Acceso a la información y participación ciudadana

Este componente busca fortalecer el acceso a información climática y la participación ciudadana para mejorar las decisiones y acciones contra el cambio climático, garantizando legitimidad y eficacia. Facilita la comprensión y uso de datos coherentes con el Acuerdo de Escazú, promueve una participación representativa y segura, y transversaliza la perspectiva de género en todas las políticas y planes climáticos. La meta es disminuir brechas de género y resaltar el rol de las mujeres como solución climática. Con ello, se promueve una mayor inclusión de territorios y grupos vulnerables en la gobernanza climática.

En esta línea se describe el Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático (SNAICC), que incluye seis sub-sistemas para transparentar y facilitar la información y el involucramiento ciudadano. Durante 2023 se avanzó en el reglamento y el desarrollo de requerimientos técnicos para su implementación. Además, se actualizó el portal web del MMA para integrar información climática clave y mejorar la interacción con la ciudadanía. Se ha observado un aumento sostenido en las solicitudes de información y audiencias relacionadas con el cambio climático.

El MMA ha liderado procesos participativos en instrumentos de gestión climática, promoviendo consultas ciudadanas abiertas, inclusivas y representativas. Estos procesos garantizan el derecho de la ciudadanía a participar en la formulación de políticas, planes y normativas vinculadas al cambio climático, siguiendo

lo establecido en la Ley Marco de Cambio Climático y la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. Entre 2020 y 2024, se realizaron 39 procesos de consulta nacional y regional, incorporando talleres, mesas de trabajo y plataformas digitales para asegurar la participación temprana y la recolección de observaciones.

El procedimiento de elaboración de los instrumentos incluye etapas de participación temprana, recepción de antecedentes y consulta pública formal, con énfasis en la accesibilidad para grupos vulnerables. Ejemplos de estos procesos son la Estrategia Climática de Largo Plazo y la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Cabe mencionar que, durante el año 2024, los planes sectoriales de mitigación y/o adaptación, implementaron los procesos de recepción de antecedentes y consultas públicas.

En 2023, CORFO realizó una encuesta nacional para identificar las necesidades y acciones de las empresas chilenas frente al cambio climático. El 50,9% ha tomado medidas de adaptación en los últimos 7 años, con mayores porcentajes en Ñuble y Coquimbo (60%) y menores en Antofagasta (39,8%) y Metropolitana (44,8%). Las empresas más antiguas, nacidas antes del año 2000, son las que más han adoptado medidas, mientras que las más nuevas lo han hecho en menor medida. El 46,4% de las empresas que implementaron medidas enfrentaron dificultades, principalmente por altos costos (34,2%), falta de financiamiento (31,2%) y conocimientos (16%). Aquellas que no tomaron medidas señalaron como barreras la falta de financiamiento (35,3%), desconocimiento (29,5%) y otras prioridades (23,4%). Para facilitar la adaptación, el 34,1% considera clave el asesoramiento financiero, seguido de capacitaciones (11,2%) y demostraciones tecnológicas (10,9%).

Además, el Instituto Nacional de la Juventud (INJUV) realizó un "Sondeo de Juventudes y crisis climática" en enero de 2024, entrevistando a 1.513 jóvenes entre 15 y 29 años. revela que el 91% cree que el cambio climático afecta negativamente la calidad de vida, generando sentimientos como preocupación (21%) y tristeza (18%). Un 67% de quienes no desean tener hijos señala que esta decisión está influenciada por la crisis climática. Además, el 88% de los jóvenes está interesado en el tema y el 70% muestra disposición a participar en acciones ambientales.

Redes sociales, especialmente Instagram, son la principal fuente de información climática (60%), y el 68% identifica la actividad humana como la principal causa del cambio climático. El estudio también destaca que las mujeres, especialmente de NSE medio-bajo, experimentan mayores niveles de angustia emocional y que el 20% ha enfrentado burlas por sus opiniones o acciones ambientales.

6.3.5 Género y cambio climático

Desde 2018, Chile ha avanzado en la incorporación del enfoque de género en la gestión del cambio climático. La LMCC, promueve la equidad y justicia climática, participación equilibrada y criterios de género en planes sectoriales y gobernanza. La ECLP establece metas a 2030 y 2040 para reducir brechas de género en instrumentos de gestión climática, integrando acciones género-responsivas y promoviendo la equidad en participación y diseño de políticas.

Entre los años 2020 y 2024, se ha continuado el trabajo con la Mesa de Género y Cambio Climático, aplicando la "Lista de Chequeo para la integración de Género en los instrumentos de políticas públicas de cambio Climático", entregando recomendaciones a las instituciones líderes de diversos instrumentos de política pública, entre ellos: Actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, Actualización del Plan de Adaptación del sector silvoagropecuario, Plan Nacional de Restauración del Paisaje 2021-2030, Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, Estrategia de Transición Justa para la Descarbonización, Estrategia Climática de Largo Plazo, los cuatro Planes de Acción Regional de Cambio Climático (Atacama, O'Higgins, Los Ríos y Los Lagos), la actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Biodiversidad, Plan Adaptación y Mitigación de Transportes, Plan Adaptación y Mitigación de Minería; y el Plan Adaptación de Recursos Hídricos.

Además, proyectos como "Género y Cambio Climático" han capacitado a más de 400 personas, además de generar información sobre la relación entre género y cambio climático. A nivel internacional, Chile organizó el Encuentro Regional de Cambio Climático e Igualdad de Género, promoviendo redes regionales y buenas prácticas en América Latina y el Caribe. El trabajo conjunto con países como Uruguay, México y Canadá ha permitido intercambiar experiencias y fortalecer soluciones inclusivas y género-transformadoras.

6.4 Lineamientos Financieros

Chile ha impulsado una serie de acciones tendientes a promover el financiamiento para la acción climática a nivel nacional e internacional, entre ellos la Estrategia Financiera al Cambio Climático, que busca alinear los esfuerzos del sector público y privado para mitigar y adaptarse a sus efectos, fomentando un desarrollo neutro en emisiones y resiliente.

En los últimos años, Chile ha visto un considerable crecimiento de las finanzas verdes, impulsado por el desarrollo colaborativo entre los sectores público y privado. Por una parte los Bonos Verdes Soberanos (BVS) establecidos en 2019, son instrumentos financieros diseñados y gestionados por el Ministerio de Hacienda, que buscan canalizar inversiones hacia proyectos que promuevan el desarrollo sostenible, como el transporte limpio, la eficiencia

energética, las energías renovables, la gestión del agua y los edificios verdes (Ministerio de Hacienda, 2019). Por otra, en el año 2022, Chile se convirtió en el primer país en emitir Bonos Vinculados a la Sostenibilidad (SLB), con el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar la energía limpia.

El Ministerio de Hacienda es la institución pública responsable del componente de financiamiento climático ante la CMNUCC y la Dirección de Presupuestos (DIPRES) del Ministerio de Hacienda es el organismo técnico encargado de velar por el uso eficiente de los recursos públicos, para cumplir con dichos objetivos. Estos, en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSYF), deben redactar el reporte de inversión climática, el cual, será parte del Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático. El primer reporte de inversión climática se publicó en el mes de septiembre de 2023, y contiene el análisis y los resultados para el año 2022 de la identificación de inversión vinculada a cambio climático. En este primer reporte se analizaron en total 3.075 proyectos de inversión, de los cuales 416 eran proyectos de inversión con componente de gasto climático, con un gasto de $258.888 millones, representando el 13.7% del total de iniciativas.

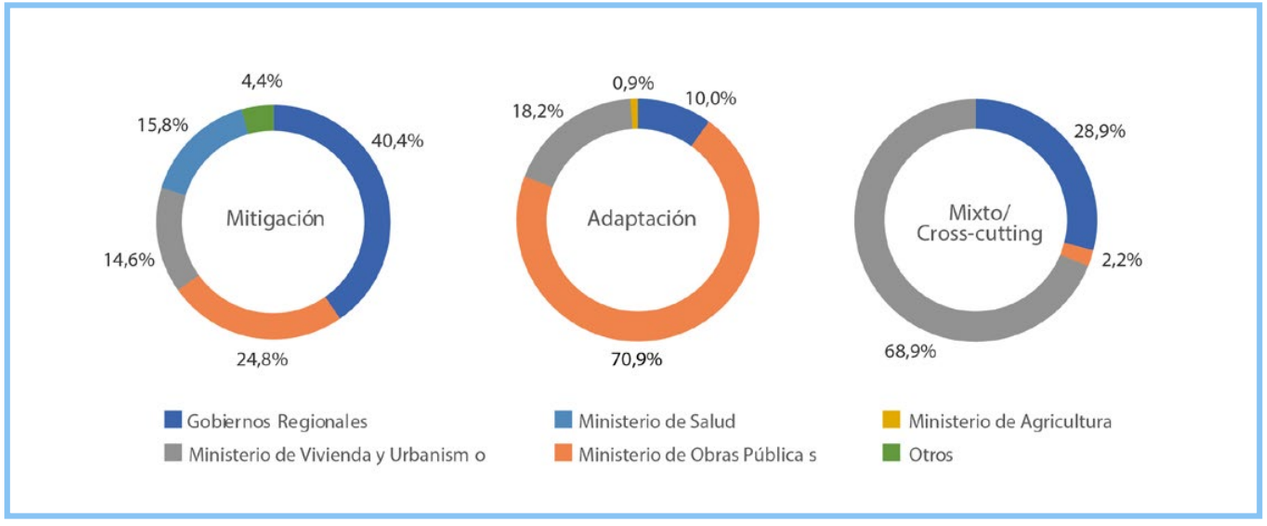


Figura 11. Gasto ejecutado en proyectos de inversión 2022 con componente climático por categoría y por ministerio, en unidades de porcentaje.
Fuente: (DIPRES, 2023).

En tanto, desde 2022 se elaboró el documento "Estructura del Sistema de Clasificación o Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles para Chile", cuyo objetivo es presentar el marco para la construcción de una Taxonomía nacional.

En cuanto al cambio climático y descentralización, la necesidad de generar un proceso de acompañamiento para la línea de financiamiento, a partir de diferentes instancias en torno al financiamiento climático, dio paso en 2021 al nacimiento del Grupo de Acción y Financiamiento Climático Comunal y Regional (GAFICCOR). En coordinación con este grupo se han desarrollado guías metodológicas para el financiamiento de las medidas de los PARCC y para el uso del catastro de financiamiento, las cuales son instrumentos esenciales para facilitar la planificación y financiamiento de medidas climáticas. Adicionalmente el MMA, implementó el año 2023 un Laboratorio Climático, a fin de impulsar el diseño de proyectos climáticos locales enmarcados en las transformaciones climáticas relevantes del territorio.

Finalmente, para avanzar en la implementación de proyectos de SbN, se desarrolló con apoyo de PNUD y guía del MMA, un plan de inversiones y financiamiento de proyectos e iniciativas a nivel territorial. En ese sentido, se identificaron 18 tipos de SbN organizados en 5 enfoques o grupos de soluciones. Las metas para el año 2030 son: tener en proceso de restauración al menos 1 millón de hectáreas, forestar 200.000 hectáreas y recuperar y manejar sustentablemente 200.000 hectáreas de bosques nativo.

7. SEGUIMIENTO Y FORTALECIMIENTO DE LA COMPONENTE DE INTEGRACIÓN DE LA NDC

El presente capítulo destaca los avances y desafíos de Chile en la integración de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Este enfoque, alineado con el Acuerdo de París, responde a la necesidad de abordar problemas ambientales y sociales de manera conjunta, optimizando recursos y generando mayor impacto. La NDC de Chile incluye un componente de integración pionero, que contiene compromisos que contribuyen de manera integral a enfrentar tanto las causas, como los efectos e impactos del cambio climáticos. Estos compromisos están asociados a áreas clave como la economía circular, los bosques, las turberas, los océanos y las áreas protegidas.

En cuanto al progreso de estos compromisos a 2024, Chile ha cumplido el 100% de las metas establecidas para avanzar en la promoción de la economía circular. En materia de bosques, Chile cuenta con tres compromisos, cada uno con un grado de avance distinto. Respecto del manejo sustentable y la recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, se reporta un avance del 23%. Por otro lado, el compromiso de forestación de la misma cantidad de hectáreas registra un progreso del 6,3%. En el caso del compromiso de reducción de emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo, sus avances son presentados en el reporte técnico de los resultados de REDD+ incluidos en el presente IBT como Anexo Técnico. En turberas, Chile reporta un avance del 50% para el compromiso referido a la identificación de turberas y humedales, en un inventario comprometido para 2025, mientras que el compromiso relacionado con el desarrollo de métricas estandarizadas para evaluar la capacidad de mitigación y adaptación de este ecosistema, no presenta avances a la fecha siendo necesaria su priorización para lograr lo comprometido a 2030. Con respecto a océanos, se alerta un retraso en el cumplimiento de las metas comprometidas a 2025, específicamente en aquellas referidas con la implementación de planes de manejo en áreas marinas protegidas. Cabe mencionar que varias de estas áreas ya cuentan con planes aprobados, por lo que es prioritario avanzar en su ejecución. Además, se identifica como un desafío clave el avanzar en dos compromisos asumidos por el país a 2030: el desarrollo e implementación de una metodología para evaluar la efectividad del manejo del 100% de los planes, con énfasis en medir el avance en mitigación y adaptación al cambio climático, y la evaluación de los co-beneficios que los ecosistemas marinos brindan para enfrentar el cambio climático, acompañada de acciones para potenciar dichos beneficios. Ambos presentan un 0% de avance. Por último, respecto de las áreas protegidas, las metas a 2030 muestran avances, tanto en el aumento de la superficie bajo protección oficial de ecosistemas terrestres y acuático-continentales, como en la cobertura de planes de manejo vigentes e implementados, lo que permite proyectar con optimismo el cumplimiento de los compromisos asumidos.

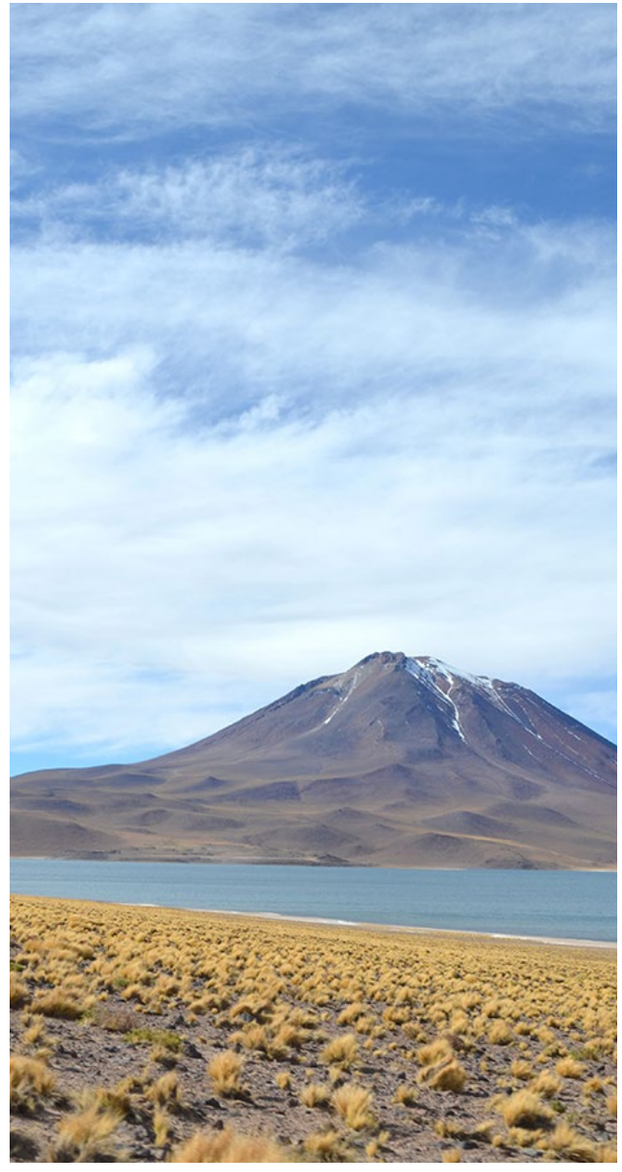


Foto: Micaela Jara Forray

Foto: Micaela Jara Forray

Circunstancias Nacionales

1

Foto: Daniela Madrazo

COLABORADORES

Coordinadoras del capítulo

Vladimir Figueroa (Ministerio del Medio Ambiente) y Paula Carrasco M. (FAO)

Equipo de trabajo responsable de la elaboración de contenidos

Paula Carrasco M. (FAO), Micaela Jara F. (FAO), Carolina Vilches, Ricardo Vásquez y Claudia Villarroel (Dirección Meteorológica de Chile); Cristian Henríquez, Diego González, Sebastián Vicuña, Oscar Melo, Juan Francisco Figueroa, Juan Pablo Herane, Nicole Olguín, Raimundo Rivera F, Javier Vargas (Centro de Cambio Global UC); Paulina Aldunce, Marco Billi, Josefina Carrasco (Universidad de Chile).

Contrapartes colaboradoras en la preparación de contenidos

Karen Farías (FAO), Ana Almonacid (FAO), Ilenia Donoso (FAO).

Circunstancias Nacionales

1 IBT 5CN

ÍNDICE

1.1 EL PERFIL GEOGRÁFICO Y SOCIAL 47

1.1.1 TERRITORIO Y DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA 47
1.1.2 GEOGRAFÍA Y MORFOLOGÍA 49
1.1.3 USOS DE LA TIERRA 50
1.1.4 EROSIÓN EN CHILE 51
1.1.5 PROTECCIÓN DE ÁREAS SILVESTRES 52
1.1.6 DEMOGRAFÍA 55
1.1.7 DESARROLLO SOCIAL 58
1.1.8 EDUCACIÓN 59
1.1.9 CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN 61
1.1.10 SALUD 62
1.1.11 ENFOQUE DE GÉNERO 64

1.2 PERFIL CLIMÁTICO 65

1.2.1 ANTECEDENTES GENERALES 65
1.2.2 MACROBIOCLIMAS DEL PAÍS 66

1.3 EL PERFIL ECONÓMICO 68

1.3.1 VISIÓN GENERAL 68
1.3.2 VISIÓN SECTORIAL 71

1.4 MARCOS LEGALES, POLÍTICOS Y REGULACIONES 83

1.4.1 COMPROMISOS INTERNACIONALES 83
1.4.2 POLÍTICAS NACIONALES, SUBNACIONALES Y SECTORIALES DE CAMBIO CLIMÁTICO 84
1.4.3 OTRAS POLÍTICAS NACIONALES VINCULADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO 91

1.5 LA ESTRUCTURA DEL GOBIERNO 92

1.5.1 INSTITUCIONALIDAD NACIONAL RELATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO 92
1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIONALIDAD Y LOS ORGANISMOS 92

1.6 ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA EL SEGUIMIENTO Y REPORTE DE LA NDC 101

BIBLIOGRAFÍA 102

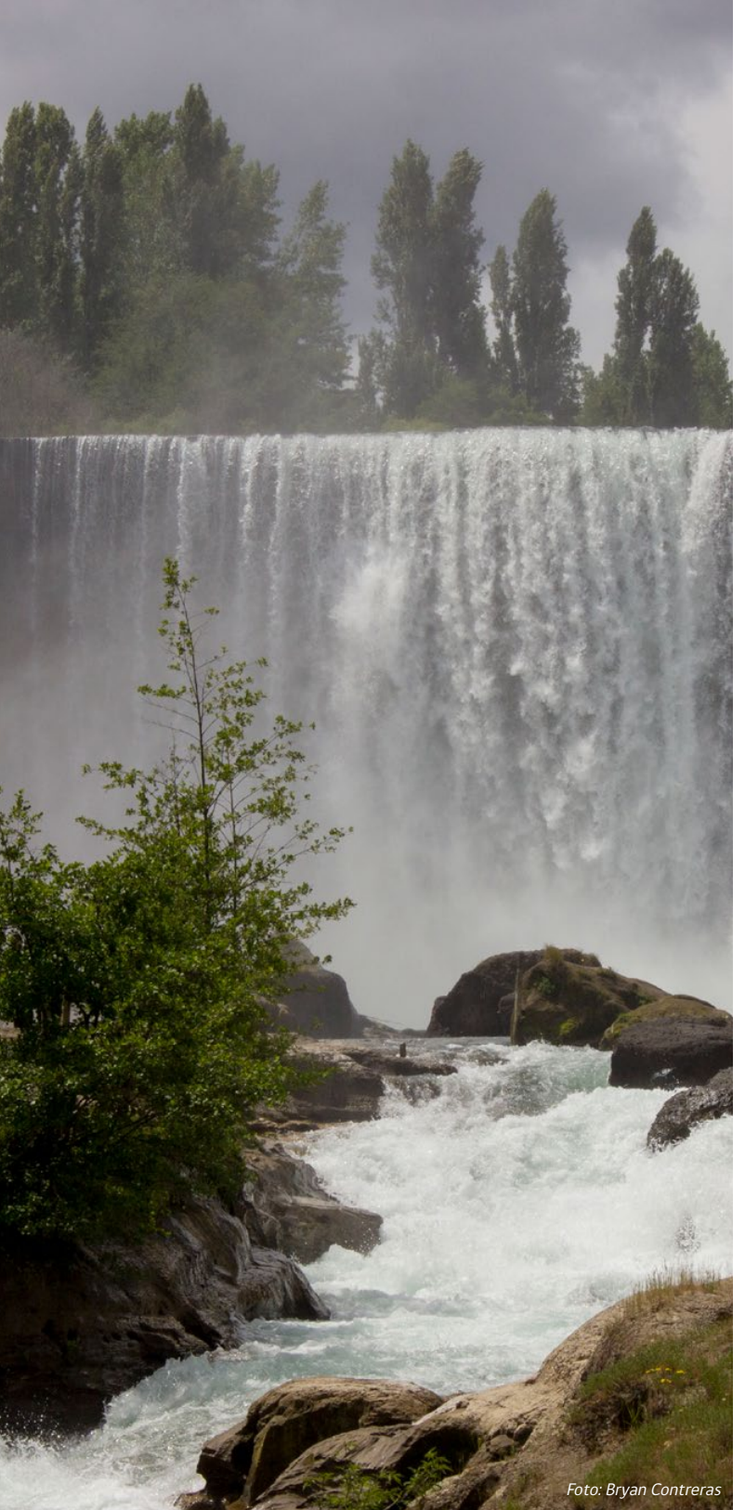


Foto: Bryan Contreras

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Superficie de las regiones administrativas de Chile 49
Tabla 2: Usos de la tierra en Chile del territorio sudamericano y oceánico, al año 2023 50
Tabla 3: Superficie de Áreas Protegidas 52
Tabla 4: Población de Chile según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE 2017) 55
Tabla 5: Población por región y sexo año 2017 56
Tabla 6: Distribución de la población indígena en Chile, por región administrativa 57
Tabla 7: Indicadores económicos relevantes 69
Tabla 8: Principales rubros exportados, en miles de dólares FOB, para los años 2012, 2021 y 2022 en Chile 74
Tabla 9: Producto interno bruto silvoagropecuario regional, a precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos) 75
Tabla 10: Comparación de principales existencias animales entre CAF (número de cabezas) 75
Tabla 11: Producción de minerales metálicos periodo 2020-2023 79
Tabla 12: Producción de Rocas y Minerales Industriales, Variación Porcentual 2022-2023 y Metálicos 2020-2023 79
Tabla 13: Estado de avance de los PARCC (Actualizado a Agosto del 2024) 88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Límite Marítimo entre Chile y Perú y Límite Marítimo entre Chile y Argentina 48
Figura 2: Mapa Chile Tricontinental 49
Figura 3: Mapa Geomorfológico de Chile continental 50
Figura 4: Extensión (miles ha) de los estados erosivos actuales en Chile, por región administrativa 51
Figura 5: Superficies protegidas por región 53
Figura 6: Ecosistemas terrestres presentes en las áreas protegidas del país 54
Figura 7: Porcentaje de la Población de las etnias existentes en Chile 56
Figura 8: Cantidad de inmigrantes por país de 2018 a 2022 57
Figura 9: Evolución del índice de desarrollo humano (IDH) entre 1980 y 2018 58
Figura 10: Porcentaje de personas en situación de pobreza multidimensional, periodo 2009-2012, usando la metodología de medición de 4 dimensiones y la de 5 dimensiones 59
Figura 11: Panorama de la matrícula de carreras de Pregrado 60

Foto: Bryan Contreras

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 12: Panorama de los estudiantes de Pueblos Originarios en la Educación Superior 61
Figura 13: Indicadores de Emisiones de $MP_{2,5}$ 62
Figura 14: Indicadores de Emisiones de MP_{10} 63
Figura 15: Indicadores de Emisiones a Aguas marinas, continentales y subterráneas 64
Figura 16: Mapa de los Macrobioclimas de Chile 66
Figura 17: PIB No Minero y Tendencia (índice desestacionalizado) 68
Figura 18: PIB nacional a precios constantes (en millones de dólares) e inflación (%), como índice de precios al consumidor (IPC) promedio anual (Banco Mundial) 2000-2023 68
Figura 19: Exportaciones por sector, 2013-2023 69
Figura 20: Exportaciones por sector, 2013-2023 70
Figura 21: Participación porcentual de fuentes en la generación eléctrica 71
Figura 22: Consumo sectorial de electricidad en el periodo 2014-2022 (Teracalorías) 72
Figura 23: Importaciones y exportaciones de hidrocarburos 72
Figura 24: Evolución de las exportaciones e importaciones silvoagropecuarias (SAP) chilenas, periodo 2012 y 2022 73
Figura 25: Contribución relativa de los rubros al PIB silvoagropecuario, año de referencia 2018 74
Figura 26: Población trabajadora en el sector agrícola para el año agrícola 2020/2021 (en miles de trabajadores) por cada región 76
Figura 27: Desembarque total a diciembre 2022 - 2023 (toneladas) 76
Figura 28: Volúmenes y divisas exportadas a diciembre 2022 - 2023 (toneladas) 77
Figura 29: Número de trabajadores y trabajadoras en faenas mineras, por género, y dotación de trabajadoras, años 2013 - 2023 78
Figura 30: Distribución de la producción de cobre (miles de toneladas métricas finas) por región, años 2022 - 2023 80
Figura 31: PIB del sector transporte (a precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018 y en miles de millones de pesos) y participación relativa (porcentaje sobre el PIB), años 2018 - 2023 80
Figura 32: Carga anual movilizada por tipo de transporte (en millones de ton), años 2014-2023 81
Figura 33: Carga anual movilizada aérea (miles de ton) y número de pasajeros (miles de pasajeros), años 2014-2023 81
Figura 34: Número de ocupados en el sector transporte y almacenamiento (miles de personas) y participación sector transporte y almacenamiento en el empleo a nivel nacional (%), años 2015-2023 82
Figura 35: Parque automotriz (según permisos de circulación otorgados) por región y por uso, año 2022 82
Figura 36: Etapas del procedimiento de elaboración de los PARCC 87
Figura 37. Estado en que se encuentran los PACCC a nivel país 89
Figura 38: Vinculación de la NDC con otros instrumentos de Cambio Climático 101

1.1 EL PERFÍL GEOGRÁFICO Y SOCIAL

1.1.1 Territorio y división Político-Administrativa

1.1.1.1 Territorio terrestre

Chile es un país situado en la parte occidental y meridional de América del Sur que se extiende de forma tricontinental, abarcando territorios en América, Oceanía y la Antártida.

La porción dentro de América del Sur se encuentra entre los 17°30′ y 56°30′ Latitud Sur, e incluye también las islas e islotes que se ubican en la plataforma continental e islas oceánicas como San Félix, San Ambrosio (estas dos últimas conocidas como Islas Desventuradas) y el archipiélago Juan Fernández, este último compuesto por las islas Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk, el islote Santa Clara e islotes menores. La porción perteneciente a Oceanía incluye el territorio de la Isla de Pascua y las islas Salas y Gómez. Finalmente, en el continente Antártico, Chile extiende una reclamación territorial entre los meridianos 53° y 90° Longitud oeste hasta el polo sur.

La superficie total del país es de 2.006.096 km², sin considerar el territorio marítimo (mar territorial, zona económica exclusiva y plataforma continental) y se distribuye en 755.932 km² correspondientes a América del Sur, 1.250.000 km² a la Antártica (reclamación se encuentra suspendida según lo estipulado por el Tratado Antártico; del que Chile es signatario) y 163 km² a Oceanía.

1.1.1.2 Territorio marítimo

El territorio marítimo de Chile abarca las costas del continente sudamericano y sus islas, extendiéndose por 6.435 km[1]. Chile ejerce soberanía y derechos exclusivos sobre su mar, que se divide en cuatro zonas:

- Mar territorial (120.827 km²): se extiende 12 millas marinas desde las líneas de base, donde Chile ejerce soberanía plena, permitiendo el paso inocente de naves extranjeras según la Convención sobre el Derecho del Mar (1982) (BCN, 2014).
- Zona contigua (131.669 km²): abarca de 12 a 24 millas marinas, donde Chile fiscaliza infracciones aduaneras, fiscales, de inmigración o sanitarias (BCN, 2014).
- Zona económica exclusiva (ZEE) (3.681.989 km²): hasta 200 millas marinas, donde Chile ejerce derechos de soberanía para explorar y explotar recursos naturales, así como jurisdicción sobre instalaciones y la protección ambiental (BCN, 2014).
- Plataforma continental (161.338 km²): Chile ejerce soberanía sobre el zócalo continental y sus recursos, incluyendo la plataforma de Isla de Pascua e Isla Sala y Gómez, hasta 350 millas marinas (BCN, 2014).

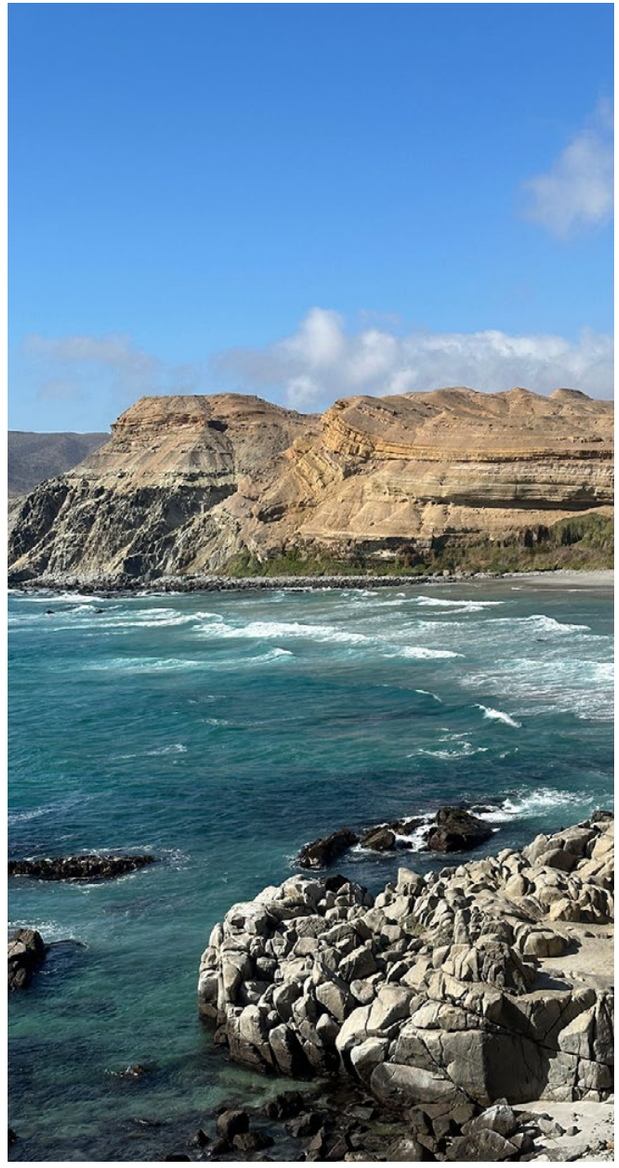


Foto: Arturo Espinosa

[1] https://www.gob.cl/nuestro-pais/

El límite norte del mar chileno que colinda con Perú comienza en la intersección del paralelo que pasa a través del Hito N° 1 con la línea de baja marea, y se extiende 80 millas náuticas a través del mismo, hasta el denominado Punto A (Figura 1). Desde este punto, la frontera corre a través de una línea equidistante hacia el denominado Punto B. Finalmente, la nueva demarcación recorre un tramo sobre el límite de las 200 millas, medidas desde las líneas de base chilenas, hasta el denominado Punto C, representación que se muestra en la Figura 1, tal y como lo dictamina el fallo emitido el 27 de enero de 2014 por la Corte Internacional de Justicia[2], en el marco de la demanda marítima presentada por Perú contra Chile que determinó un nuevo límite marítimo entre las partes (BCN, 2014).

EL límite marítimo con Argentina está especificado en el Artículo 7 del Tratado de Paz y Amistad Chileno-Argentino de 1984 (BCN, 2014). Este define el límite entre las soberanías marítimas de ambos países en la Zona Austral a partir del Canal Beagle.

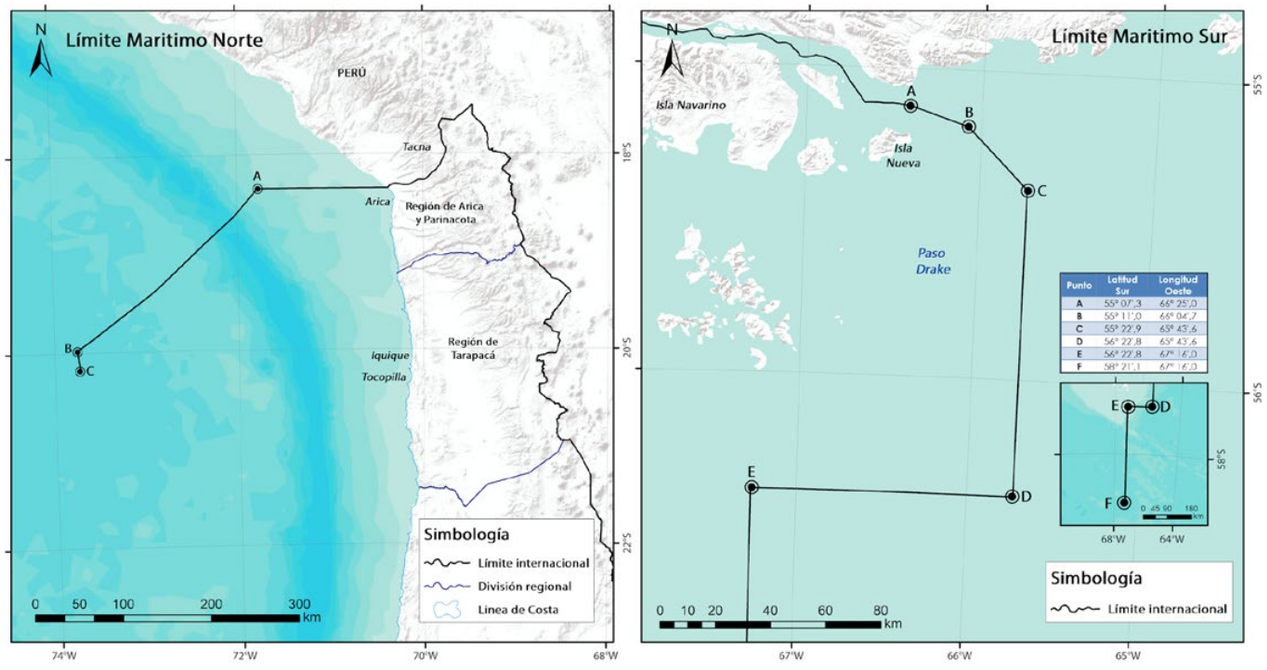


Figura 1. Límite Marítimo entre Chile y Perú y Límite Marítimo entre Chile y Argentina.
Fuente: construido en base a BCN (2014) con datos espaciales de DIFROL (2023).

El territorio marítimo también incluye el mar perteneciente a las islas oceánicas, que poseen mar territorial, zona contigua, Zona Económica Exclusiva (ZEE) y una plataforma continental, según los criterios de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (BCN, 2014).

Por último, en la zona austral, el territorio marítimo también abarca los espacios marítimos pertenecientes al territorio antártico chileno según el Decreto N° 1747, de 21 de junio de 1955, a partir de la Antártica Chilena o Territorio Chileno Antártico, todas las tierras, islas, islotes, arrecifes glaciares *(pack-ice)* y demás, conocidos y por conocerse, junto con el mar territorial respectivo, existentes dentro de los límites del casquete constituido por los meridianos 53° longitud Oeste de Greenwich y 90° longitud Oeste de Greenwich, donde Chile ejerce sus derechos de conformidad con el régimen propio del Tratado Antártico y de las normas del sistema antártico (BCN, 2014).

1.1.1.3 División político-administrativa

La división político-administrativa permite estructurar espacialmente un territorio, ordenando sus actividades políticas, sociales y económicas (Errázuriz et al., 1998). Actualmente, Chile se organiza políticamente en tres niveles territoriales: 16 regiones (ver Tabla 1), 56 provincias y 346 comunas (BCN, 2024).

Las regiones son la unidad territorial más extensa, con características geográficas, sociales, económicas y culturales propias. Cada región es liderada por un Gobernador Regional elegido democráticamente. Las provincias, como unidad intermedia, son dirigidas por un Delegado Presidencial Provincial designado por el Presidente y las comunas, la unidad menor, están gobernadas por un Alcalde y un Concejo Municipal, los cuales son elegidos democráticamente y cuya composición varía según la población comunal.

[2] Es el órgano judicial principal de la Organización de las Naciones Unidas. La Corte desempeña una doble misión: el arreglo conforme al derecho internacional de controversias que le sean sometidas por los Estados, y la emisión de dictámenes sobre cuestiones jurídicas que le sometan los órganos u organismos del sistema de Naciones Unidas que tengan autorización para hacerlo.

Tabla 1. Superficie de las regiones administrativas de Chile.

Región Administrativa	Superficie (km²)
Región de Arica y Parinacota	16.944,8
Región de Tarapacá	42.288,0
Región de Antofagasta	126.059,6
Región de Atacama	75.637,3
Región de Coquimbo	40.616,3
Región de Valparaíso	15.975,4
Región Metropolitana de Santiago	15.396,3
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	16.344,4
Región del Maule	30.307,7
Región del Ñuble	13.102,4
Región del Biobío	23.990,7
Región de La Araucanía	31.803,5
Región de Los Ríos	18.349,6
Región de Los Lagos	48.408,4
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	107.360,6
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	134.694,5
País	**757.279,3**

Fuente: CONAF (2023).

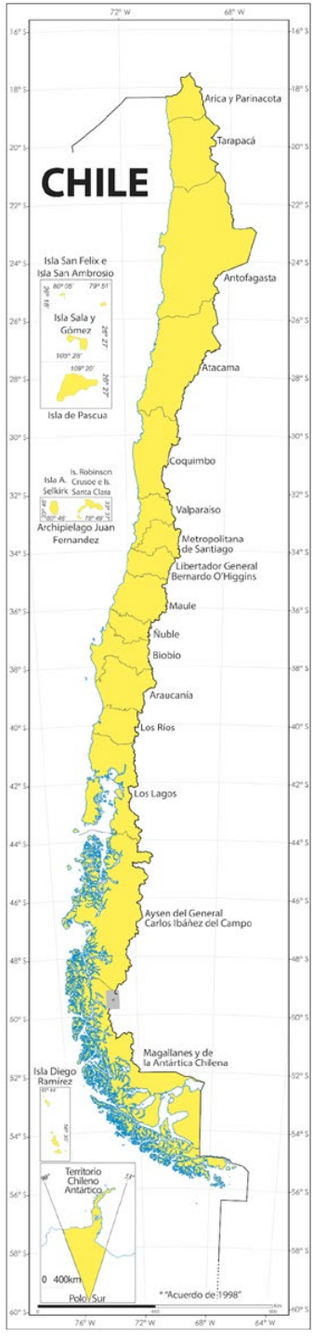


Figura 2. Mapa Chile Tricontinental
Fuente: modificado de DIFROL (2018).

1.1.2 Geografía y morfología

El territorio sudamericano de Chile se organiza geomorfológicamente en cuatro grandes zonas longitudinales:

- **Planicies Litorales**: ubicadas entre el mar y la Cordillera de la Costa, se extienden desde el norte de Chile hasta el canal de Chacao, con alturas de hasta 1.000 m en el norte (Farellón Costero).
- **Cordillera de la Costa**: abarca más de 3.000 km, desde el cerro Camaraca (Arica) hasta el cerro Tres Montes (Aysén). En el norte destacan las salinas y la sierra Vicuña Mackenna (3.030 m) en el centro el cerro Cantillana (2.281 m), y en el sur la Cordillera de Nahuelbuta (1.341 m).
- **Depresión Intermedia**: entre la Cordillera de la Costa y los Andes, se extiende desde el norte hasta Puerto Montt. Destacan los oasis de Copiapó y Elqui en el norte y las planicies de Llanquihue en el sur, con influencia de lagos y actividad volcánica.
- **Cordillera de los Andes**: principal rasgo geográfico. En el norte se elevan volcanes como Parinacota (6.342 m) y Llullaillaco (6.739 m), en el centro el Tórtolas (6.323 m) y el Tupungato (6.570 m) y en el sur el Monte San Valentín (4.058 m), con fuerte acción glacial y abundante vegetación debido a las lluvias.

La Figura 3 muestra un mapa de la geomorfología del país (Börgel, 1983 y Errázuriz et al., 1998).

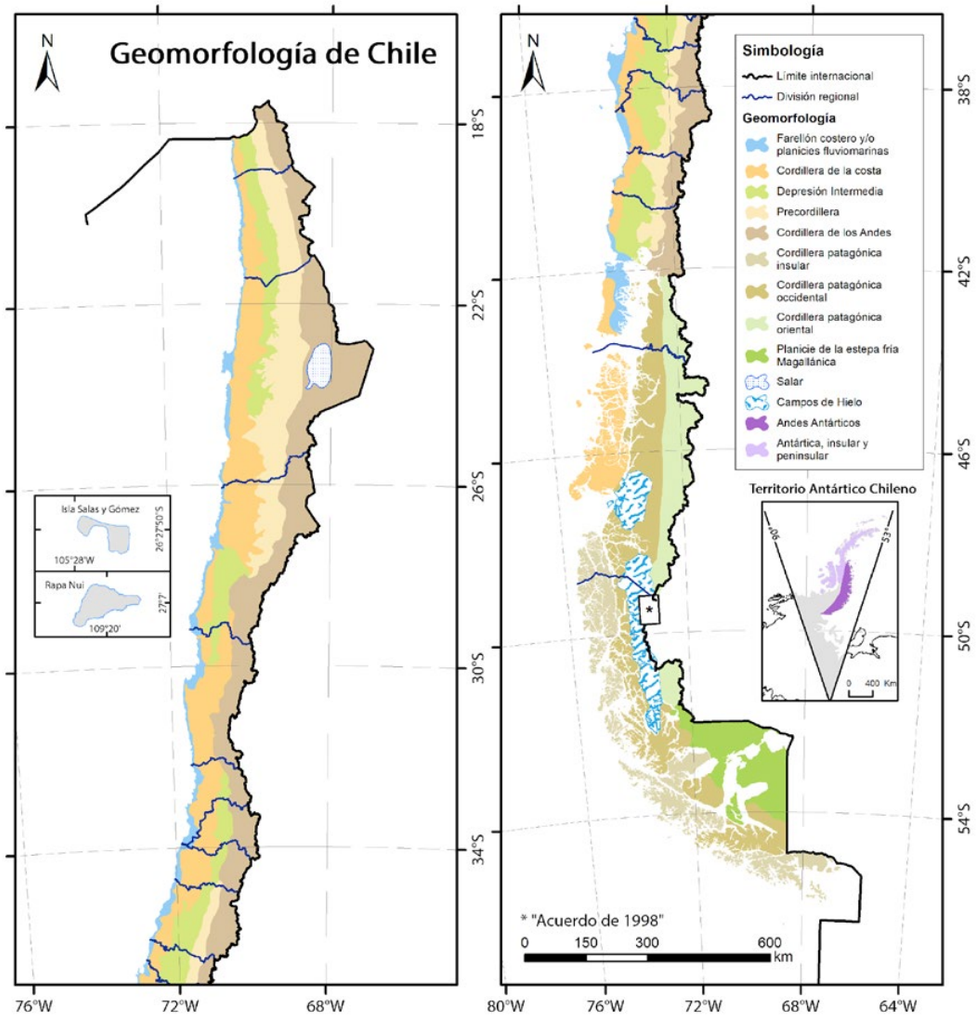


Figura 3. Mapa Geomorfológico de Chile continental.

Fuente: en base a Börgel (1983) y Errázuriz et al. (1998). Límites internacionales según DIFROL (2023).

1.1.3 Usos de la tierra

Debido a las condiciones bioclimáticas y geomorfológicas de Chile, gran parte de la población se ha establecido en la depresión intermedia de la zona central, lo cual ha influido en los patrones de uso de la tierra en el país. Según los datos de CONAF, la mayor parte del territorio está compuesta por praderas y matorrales (40,15%), áreas desprovistas de vegetación (22,79%) y bosques nativos (19,37%). Aunque las áreas urbanas e industriales solo ocupan el 1,07% de la superficie total, presentan una tendencia de crecimiento sostenido. Otros usos de la tierra incluyen terrenos agrícolas (4,28%), plantaciones forestales (4,12%), nieves y glaciares (4,53%), cuerpos de agua (1,89%), humedales (1,12%), bosques mixtos (0,24%) y áreas no reconocidas (0,44%) (CONAF, 2023) (ver Tabla 2).

Tabla 2. Usos de la tierra en Chile del territorio sudamericano y oceánico, al año 2023.

Usos de la Tierra	Superficie (km²)	Porcentaje
Áreas Urbanas e Industriales	8.107	1,07%
Terrenos Agrícolas	32.447	4,28%
Praderas y Matorrales	304.057	40,15%
Bosques Nativos	146.667	19,37%
Plantaciones Forestales	31.220	4,12%
Bosques Mixtos	1.796	0,24%
Humedales	8.479	1,12%
Áreas desprovistas de vegetación	172.565	22,79%
Nieves y Glaciares	34.312	4,53%
Cuerpos de agua	14.317	1,89%
Áreas no reconocidas	3.312	0,44%

Fuente: elaboración propia en base a CONAF (2023)[3].

[3] Estos usos de la tierra no son los mismos que se utilizan en el inventario de mitigación, sino que son los designados por CONAF para su Catastro de Usos de la Tierra y Recursos Vegetacionales.

La superficie sembrada en Chile se ha mantenido estable alrededor de las 700 mil hectáreas desde la temporada 2012/2013, recuperándose tras una baja desde 2018/2019. En 2022/2023, se sembraron 505.236 hectáreas, con 77,6% de cereales, 13,9% de cultivos industriales y 8,5% de leguminosas y tubérculos, siendo la menor cantidad en años recientes (MMA, 2024a).

En 2022, la superficie de hortalizas en Chile aumentó a 84.494 hectáreas, con una mayor concentración en las regiones centrales. Los viñedos y huertos frutales se mantuvieron estables, alcanzando 130 mil y 140 mil hectáreas, respectivamente. La superficie plantada total creció un 8,1%, liderada por la región del Biobío, aunque las plantaciones forestales disminuyeron entre pequeños y medianos propietarios. Hasta 2023, Chile contaba con 14,7 millones de hectáreas de bosque nativo, concentrado mayoritariamente en las regiones australes (MMA, 2024a).

1.1.4 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 para todas las regiones del país. En 2022 CIREN publicó dos actualizaciones para las macrozonas Centro-Sur (O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío) y Sur (Araucanía, Los Ríos y Los Lagos), respectivamente y un reporte del estado de la erosión actual en Isla de Pascua en el año 2013. Estos últimos reportes de actualización, más los reportes por región se encuentran disponibles en su plataforma online[4] (CIREN, 2010, 2013, 2022a, 2022b; MMA, 2024a).

Los estudios de CIREN clasifican la erosión actual en cuatro categorías: ligera, moderada, severa y muy severa. Además, incluyen las categorías "sin erosión", para suelos sin alteraciones o protegidos de la erosión, y "no aparente", para áreas con cobertura vegetal superior al 75% o bajo buenas prácticas de manejo. La Figura 4 muestra estas clasificaciones por región.

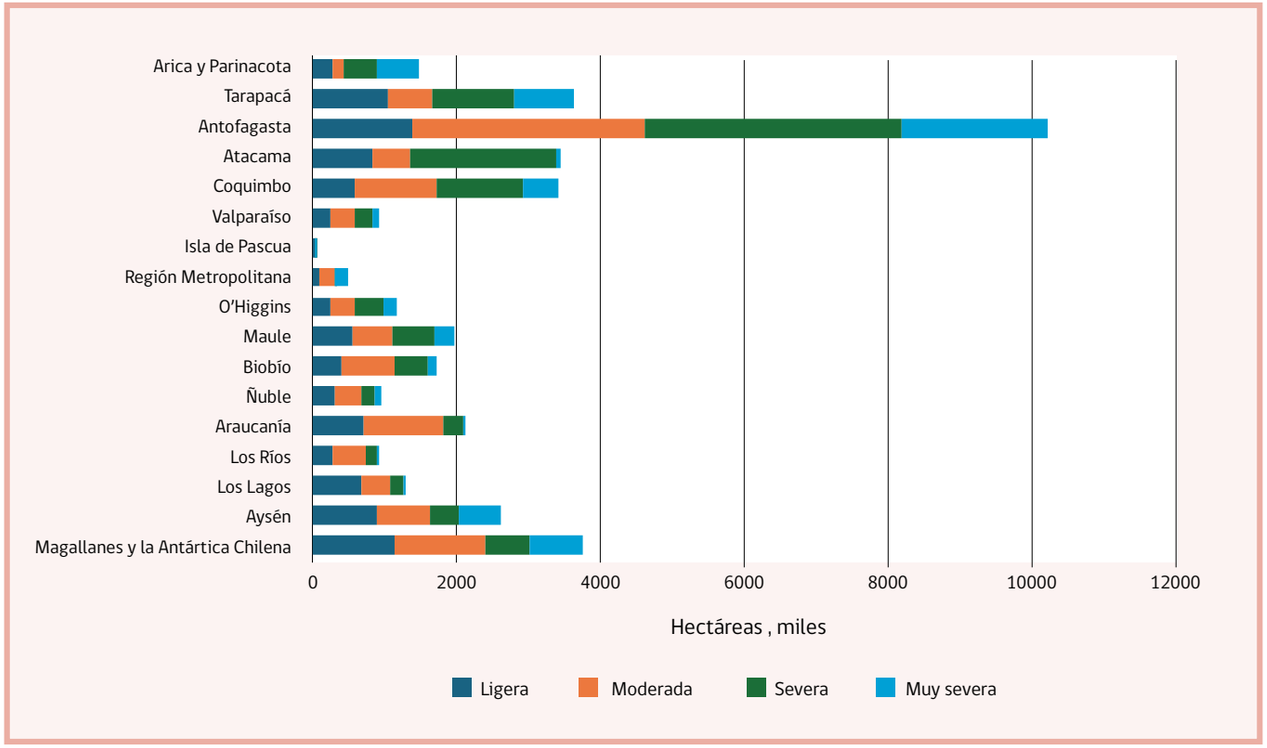


Figura 4. Extensión (miles ha) de los estados erosivos actuales en Chile, por región administrativa.
Fuente: elaborado con datos de CIREN (2010, 2013, 2022a, 2022b).

[4] Para mayor información, visitar el siguiente URL: https://inventarioerosion.ciren.cl/

Según los datos recopilados por CIREN, el 54,97% del territorio sudamericano y oceánico de Chile, equivalente a 41,52 millones de hectáreas, presenta algún nivel de erosión. De esa superficie, el 30% muestra erosión severa y el 15,75% muy severa (CIREN, 2010, 2013, 2022a, 2022b). La región de Antofagasta es la más afectada por la erosión, seguida de Atacama, Tarapacá y Magallanes. Los principales factores que contribuyen al proceso erosivo son la acción humana, los procesos geológicos, la relación vegetación-suelo y la geomorfología de las cuencas.

1.1.5 Protección de áreas silvestres

Según la Ley N° 18.362 de 1984, que crea el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (BCN, 1984), las áreas silvestres son aquellos espacios naturales, terrestres o acuáticos, pertenecientes al Estado, que se deben proteger y manejar para mantener áreas de carácter único (o representativas) de la diversidad ecológica natural del país, con el fin de posibilitar la educación e investigación y asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.

A continuación, se define la situación actual de las diversas áreas protegidas en Chile.

1.1.5.1 Áreas Protegidas

La creación y gestión de Áreas Protegidas en Chile, como parte de la estrategia de protección in situ, desempeñan un rol crucial en la preservación de la biodiversidad (MMA, 2021b).

Desde 1970, Chile ha experimentado un aumento sostenido en la superficie de áreas protegidas, consolidándose como el principal instrumento para conservar su patrimonio natural, con un incremento de aproximadamente 91%. Para diciembre de 2024, la superficie total de áreas protegidas terrestres alcanza los 196.143,7 km², lo que representa cerca del 26% del territorio nacional bajo alguna forma de protección.

Las principales categorías de protección incluyen Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas Nacionales, Monumentos Naturales y Santuarios de la Naturaleza. Los Parques Nacionales conforman la mayor parte de esta extensión, con un crecimiento continuo desde 1970.

Las Reservas Nacionales y los Santuarios de la Naturaleza han mostrado un aumento significativo desde 2020. Por su parte, las Reservas Forestales han permanecido estables a lo largo de los años, mientras que los Monumentos Naturales, aunque representan una proporción menor, también han registrado un crecimiento reciente (MMA, 2024a), actualizados con datos de SIMBIO (MMA, 2024b).

Al igual que las áreas protegidas terrestres, la superficie marina ha aumentado en un 884% desde 1983 hasta 2024, alcanzando 1.476.944,6 km² de áreas protegidas marinas. Este incremento incluye la creación de Parques Marinos, Áreas Marinas Costeras Protegidas y Reservas Marinas. A partir de 2003, las Áreas Marinas Costeras Protegidas comenzaron a expandirse y desde 2018 se observa un aumento en todas las categorías de protección, particularmente en los Parques Marinos, que abarcan la mayor proporción de la superficie total protegida. En los últimos años, el crecimiento ha sido más sostenido, alcanzando una estabilización desde 2019, con la superficie protegida en estas tres categorías permaneciendo constante hasta 2024.

Se observa que la mayor proporción de áreas protegidas terrestres en Chile corresponde a Parques Nacionales, que representan el 67,4% del total, seguidos por las Reservas Nacionales, con un 17,2% (MMA, 2024a, 2024b). Además, en virtud de la Ley N°21.202 de 2020, que modifica diversas normativas para proteger los humedales urbanos, se han declarado hasta diciembre de 2023 un total de 107 ecosistemas de humedales dentro de áreas urbanas (MMA, 2018).

Como se detalla en la Tabla 3, las áreas protegidas en Chile abarcan 167,31 millones de hectáreas, de las cuales el 89% corresponde a áreas acuáticas y marinas, mientras que el 11% corresponde a áreas terrestres. Estas áreas protegidas se distribuyen en 244 unidades, clasificadas en diversas categorías de protección, que incluyen muestras representativas de la diversidad biológica, geológica, paisajística y social del país. Estas áreas también protegen a un número significativo de especies en estado de conservación (MMA, 2024b).

Tabla 3. Superficie de áreas protegidas.

Categoría de área protegida	N° de unidades	Superficie (ha)
Área Marina Costera Protegida	15	61.831.947
Parque Marino	11	85.854.127
Reserva Marina	6	8.388
Monumento Natural (SNASPE)	18	34.467
Parque Nacional (SNASPE)	46	13.225.420
Reserva Nacional (SNASPE)	25	3.367.492
Reserva Forestal	21	2.167.732
Santuario de la Naturaleza	102	820.875
Total	**244**	**167.310.448**

Fuente: elaboración propia en base a Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO)(MMA, 2024b).

En Chile, de las 17.551 especies de fauna, 734 han sido catalogadas con algún estado de conservación según el Reglamento para Clasificar Especies (RCE). En cuanto a la flora, de las 5.169 especies, 678 están en algún estado de conservación, la mayoría de ellas son plantas con flores (82,8%), de las cuales el 40,3% son herbáceas, 21,7% arbustos, 14,9% suculentas y 5,7% árboles, seguidas por helechos (15%) (MMA, 2024a).

En términos regionales, el área insular de Chile posee la mayor extensión de parques marinos con 56.311.300 hectáreas, seguida por la Región de Valparaíso con 6.337.060 hectáreas en área marina costera protegida y 15.000.345 hectáreas en parque marino. En cuanto a parques nacionales, la Región de Magallanes lidera con 8.217.914 hectáreas, seguida por la Región de Aysén con 6.411.522 hectáreas, además de 1.871.838 hectáreas en reservas forestales. La Región Metropolitana, en contraste, tiene superficies menores con 99.957 hectáreas en parques nacionales y 3.009 hectáreas en monumentos naturales. Estos datos reflejan la diversidad y distribución desigual de las áreas protegidas en el país. En la Figura 5 se muestra la representación de las áreas protegidas por región (MMA, 2024b).

Como se presentaba en la figura anterior, aún quedan importantes vacíos de representatividad para muchos ecosistemas terrestres. Se observa en la Figura 6 que el bosque siempreverde en el país está altamente protegido, con 41,36 millones de hectáreas bajo alguna categoría de área protegida. En el caso de las turberas, aproximadamente el 80% se encuentra protegido, lo equivalente a 29,44 millones de hectáreas, en contraposición al matorral espinoso, matorral esclerófilo y el herbazal efímero, que son las formaciones vegetales con menor protección (19.810, 10.628 y 337,5 hectáreas respectivamente) (MMA, 2024a).

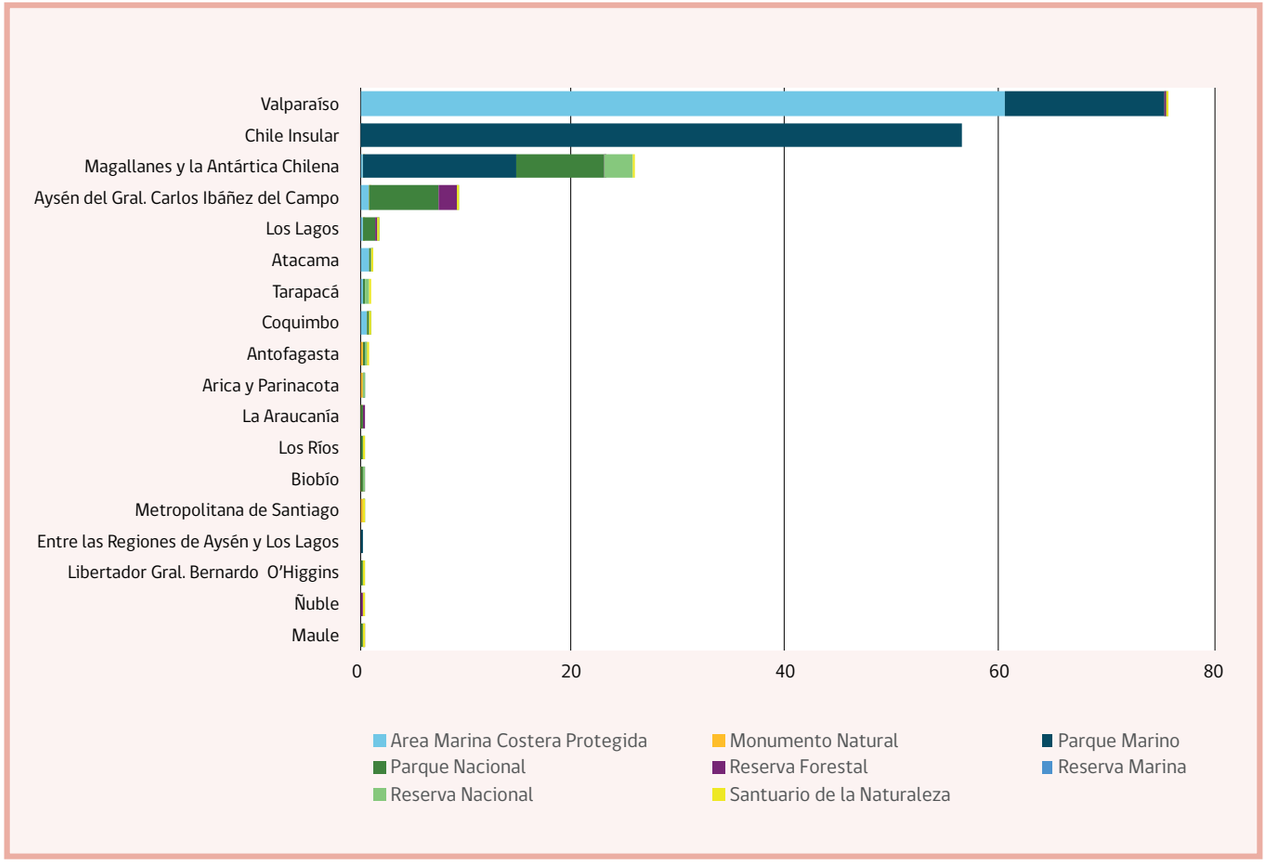


Figura 5. Superficies protegidas por región.

Fuente: datos extraídos de SIMBIO (MMA, 2024b).

La mayor parte de los ecosistemas terrestres sin protección corresponden a matorrales costeros e interiores de la zona norte, matorrales espinosos, bosques esclerófilos y bosques costeros caducifolios de la zona central y estepas de la zona austral. En cuanto a los ambientes marinos y costeros, destacan las áreas marinas costeras protegidas junto con los Parques Marinos que en conjunto alcanzan más de 147 millones de hectáreas tal como se evidencia en la Tabla 3. Parte importante de aquellas AP fueron incorporadas en el periodo 2014-2019, siendo las de mayor extensión la AMCP Rapa Nui (58 millones de ha), junto a los Parques Marinos Nazca-Desventuradas (30 millones de ha) y Mar de Juan Fernández (26 millones de ha) (MMA, 2019), lo que se refleja en los incrementos mostrados en la Figura 6.

Se suma a los esfuerzos anteriores el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 (PNPH). Este plan, lanzado por el MMA en 2018, tiene por objetivo contribuir a detener la pérdida y degradación de los humedales del país, mediante la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en áreas prioritarias de humedales, asignándoles una categoría de área protegida que garantice su conservación y gestión a largo plazo (Ministerio de Medio Ambiente (MMA), 2018). Asimismo, el Plan busca identificar y consensuar las áreas prioritarias de humedales a proteger por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), creado junto con el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) en la Ley N° 21.600 de junio de 2023 (BCN, 2023).

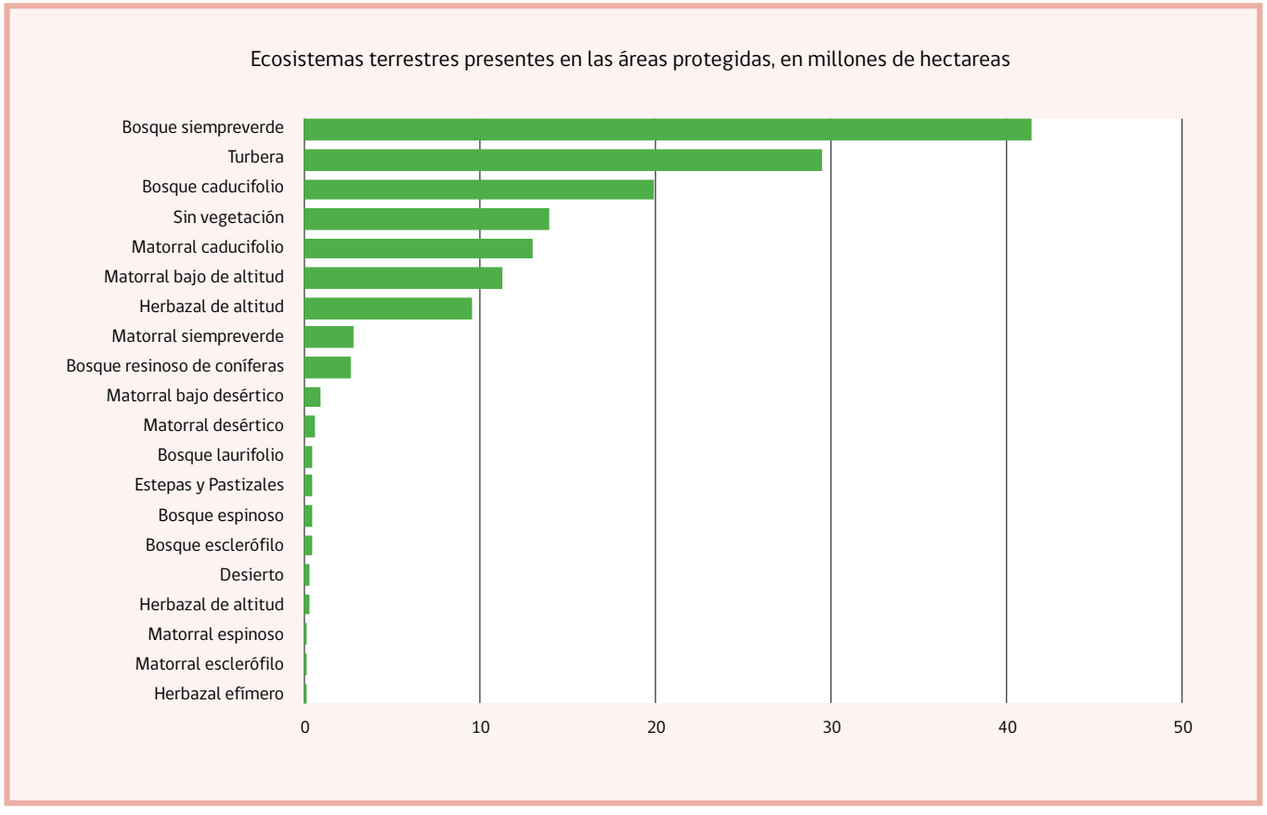


Figura 6. Ecosistemas terrestres presentes en las áreas protegidas del país.

Fuente: SIMBIO (MMA, 2024b).

Este servicio, descentralizado y con personalidad jurídica, es supervisado por el Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente y cuenta con direcciones regionales y locales. Sus funciones principales incluyen la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y la realización de estudios sobre biodiversidad y cambio climático (BCN, 2023). El SBAP centraliza la administración de las áreas protegidas, anteriormente dispersas entre cinco ministerios, en un único sistema que abarca áreas públicas y privadas, tanto terrestres como acuáticas. Además, la ley redefine en 2023 y sistematiza las categorías de protección de áreas silvestres en seis categorías (BCN, 2024)[5]:

- Reserva de Región Virgen: áreas naturales sin perturbaciones significativas humanas, dedicadas a la preservación estricta de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. La explotación comercial de recursos naturales está prohibida.
- Parque Nacional: áreas amplias con ambientes naturales representativos y de interés educativo, científico o recreativo. Su objetivo es preservar el patrimonio natural y los procesos ecológicos. La explotación comercial de recursos naturales está prohibida, permitiéndose actividades científicas, educativas y turísticas de baja escala.
- Monumento Natural: áreas reducidas con componentes naturales específicos de valor excepcional para la biodiversidad, geología o paisaje. Se prohíbe la explotación comercial de recursos naturales, enfocándose en la preservación de estos componentes específicos.
- Reserva Nacional: áreas con comunidades biológicas y ecosistemas relevantes para la protección y educación. Permite actividades de uso sustentable siempre que no comprometan los servicios ecosistémicos.
- Área de Conservación de Múltiples Usos: espacios donde la interacción tradicional entre humanos y naturaleza es relevante para la conservación de la biodiversidad. Se permiten diversas actividades sustentables que no pongan en peligro los servicios ecosistémicos.
- Área de Conservación de Pueblos Indígenas: áreas en tierras indígenas o costeras marinas, gestionadas por pueblos originarios para conservar la biodiversidad y el patrimonio natural. Se permiten actividades ancestrales y de uso sustentable compatibles con la conservación.

La ley establece la homologación y reclasificación de las áreas protegidas existentes, asegurando que no se reduzca su protección. Las reservas marinas, santuarios de la naturaleza y bienes nacionales protegidos deben reclasificarse en cinco años tras la entrada en vigor del SBAP. Chile, como centro de biodiversidad, también cuenta con protección ex situ, como la Red de Banco de Germoplasma de INIA, que conserva 60.000 accesiones de especies vegetales y 2.000 de microorganismos.

La Ley N° 21.600 de 2023 integra las áreas protegidas privadas al Sistema Nacional, regulando su creación, modificación y manejo. Los propietarios deben desarrollar planes de manejo y pueden recibir incentivos como exenciones tributarias y bonificaciones del Fondo Nacional de la Biodiversidad.

1.1.6 Demografía

La población chilena experimentó un importante crecimiento durante el siglo XX, pero la tasa de crecimiento se redujo en la primera década del siglo XXI. De hecho, la tasa de crecimiento entre el periodo intercensal más reciente (2002 – 2017) es de un 1,0%, lo que confirma la tendencia histórica a la baja de este indicador (INE, 2017b) y se proyecta que disminuirá aún más hacia 2050.

En 2017, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) realizó el Censo de Población abreviado, producto de que los resultados del Censo realizado en el año 2012 no fueron validados por problemas metodológicos. Por lo tanto, los datos presentados a continuación corresponden a estimaciones que el INE hace en base al Censo de Población y Vivienda del año 2017 (INE, 2017b) (Tabla 4).

Tabla 4. Población y proyección de población.

Año	N° de habitantes	% de cambio (respecto de 2002)
2002	15.116.435	-
2017	17.574.003	16,25%
2020	19.458.310	28,72%
2025	20.206.953	33,68%
2030	20.735.289	37,17%
2035	21.137.769	39,83%
2040	**21.409.418**	**41,63%**
2045	**21.567.513**	**42,68%**
2050	**21.626.079**	**43,06%**

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

En concreto, según los resultados del último Censo, para el año 2017 la población no se distribuye homogéneamente a lo largo del país, sino que está fuertemente concentrada en la Región Metropolitana (40,5%), seguida por Valparaíso (10,33%) y Biobío (8,86%). Las tres concentran el 59,69% de la población (INE, 2017b).

[5] Estas categorías aún no son implementadas y no coinciden con las áreas protegidas entregadas en información anterior.

Tabla 5. Población por región y sexo año 2017.

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

Fuente: elaboración propia en base a INE (2017b) [6].

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

De acuerdo con la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, la encuesta Casen (MDSF, 2023), en Chile se reconocen 10 etnias indígenas, las que sumaron 2.024.649 personas al 2022. Las mayores poblaciones corresponden a las etnias mapuche (77,8% del total indígena) y aimara (8,6% del total indígena) (Figura 7). Algunas otras etnias tienen una escasa representación poblacional, como la Rapa Nui, la Kawésqar y la Yagán, las que sumadas no superan un 0,5% del total de la población indígena. La Tabla 3-6 muestra que la distribución de esta población no es homogénea en el país, sino que se concentra en las regiones Metropolitana y la Araucanía; en esta última, se encuentra la mayor cantidad de población mapuche.

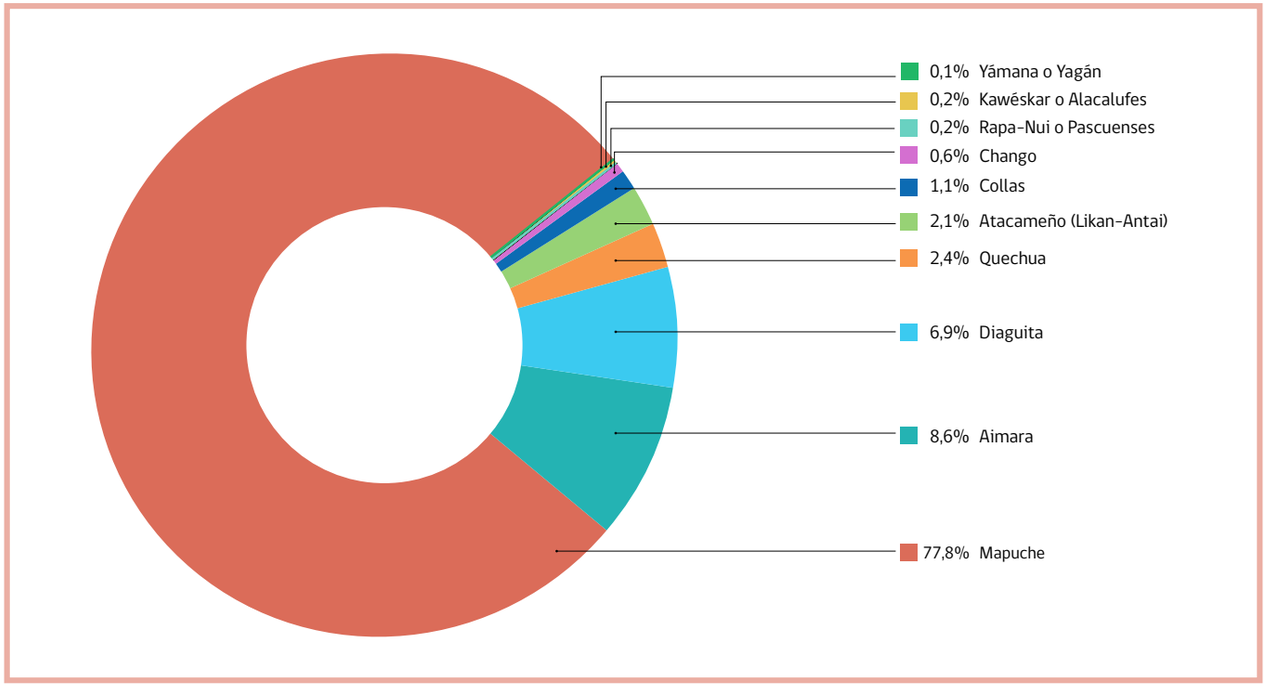


Figura 7. Porcentaje de la Población de las etnias existentes en Chile.
Fuente: elaborado con datos de CASEN (MDSF, 2023).

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

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

Región Administrativa	Población indígena	Porcentaje de población indígena con respecto al total regional
Arica y Parinacota	79.818	4%
Tarapacá	88.911	4%
Antofagasta	102.017	5%
Atacama	64.235	3%
Coquimbo	68.370	3%
Valparaíso	87.385	4%
Metropolitana	534.735	26%
O'Higgins	51.064	3%
Maule	36.624	2%
Ñuble	14.919	1%
Biobío	137.240	7%
La Araucanía	337.556	17%
Los Ríos	100.399	5%
Los Lagos	246.381	12%
Aysén	34.886	2%
Magallanes	40.109	2%
Total país	**2.024.649**	**100%**

Fuente: elaborado con datos de CASEN (MDSF, 2023).

Normalmente, los censos en Chile se realizan cada 10 años. Aunque el censo de 2022 se retrasó a 2024 debido a la pandemia, el objetivo sigue siendo actualizar los datos sociodemográficos sobre la población, su estructura, características, distribución territorial, hogares y viviendas.

En los últimos años el crecimiento de la población inmigrante en el país ha aumentado desde 2006 hasta la fecha. Se observa un aumento significativo en el número de inmigrantes, que llegó a 842.579 personas registradas en 2022, lo que representa el 4,8% de la población nacional, no obstante, las estimaciones indican que la población inmigrante alcanza 1.625.074 personas, lo que representa un 9,25% de la población total del país. (INE, 2022a).

La población inmigrante creció notablemente en los últimos años, especialmente entre 2015 y 2020. Los principales países de origen de los inmigrantes en este periodo fueron Venezuela, Perú y Colombia, en la Figura 8 se presenta el aumento por país de 2018 a 2022 (INE, 2022a).

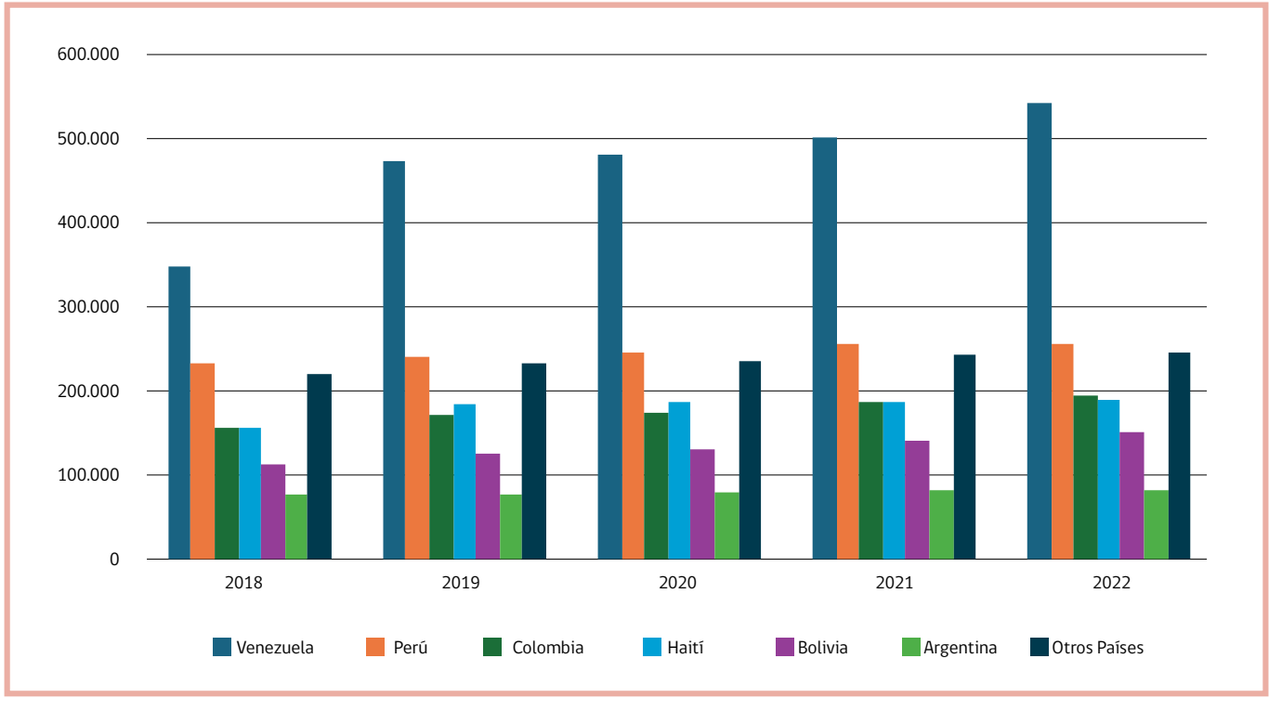


Figura 8. Cantidad de inmigrantes por país desde 2018 a 2022.
Fuente: elaborado con datos estimados del INE (2022).

Foto: Nicolás Smith D.

1.1.7 Desarrollo social

Según el INE (2024), la mayor concentración de muertes en Chile se observa en los grupos de mayor edad, siendo el grupo de 80 a 84 años el que registra más fallecimientos, con 16.876 personas (13,9% del total), seguido por el grupo de 85 a 89 años con 15.511 casos (12,8%). La esperanza de vida es de 82,1 años para las mujeres y 76,14 años para los hombres. La mortalidad infantil fue de 5,8 por cada mil nacidos vivos y la tasa de alfabetización alcanzó el 96,4% en 2022. A diciembre de 2023, la cobertura de agua potable llegó al 99,94% y la de alcantarillado al 97,54% (SISS, 2023). La evolución positiva del índice de desarrollo humano (PNUD, 2022) es prueba fehaciente de las transformaciones y de la evolución económica de Chile entre 1990 y 2022, años durante los cuales el IDH creció un 22% (de 0,705 a 0,86) (Figura 9).

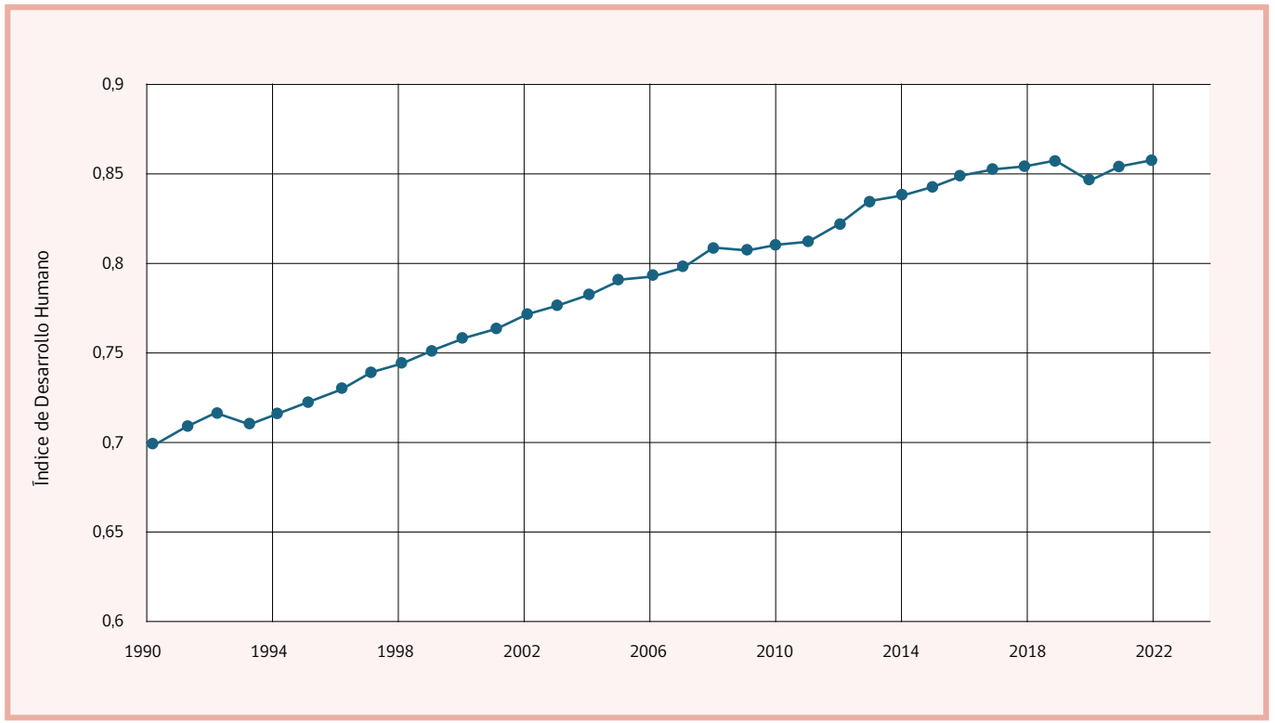


Figura 9. Evolución del índice de desarrollo humano (IDH) entre 1980 y 2018.
Fuente: elaboración propia en base a PNUD (2022).

La nueva metodología de medición de la pobreza multidimensional, establecida por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) a partir de 2015, considera dos mediciones complementarias, ambas basadas en datos de la Encuesta Casen: la pobreza por ingresos y la pobreza multidimensional[7]. 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 (MMA, 2021a).

En 2022, la pobreza multidimensional fue del 17,1% en hombres y 16,8% en mujeres, con mayores tasas en Tarapacá (23,8%) y menores en Magallanes (6,9%) (MDSF, 2023).

Entre 2009 y 2022, la pobreza multidimensional disminuyó significativamente, especialmente entre 2009 y 2013, pasando del 27% al 19,4%. Entre 2017 y 2022, la reducción fue de alrededor del 3,2% con 4 dimensiones y del 3,4% con 5 dimensiones (Figura 10).

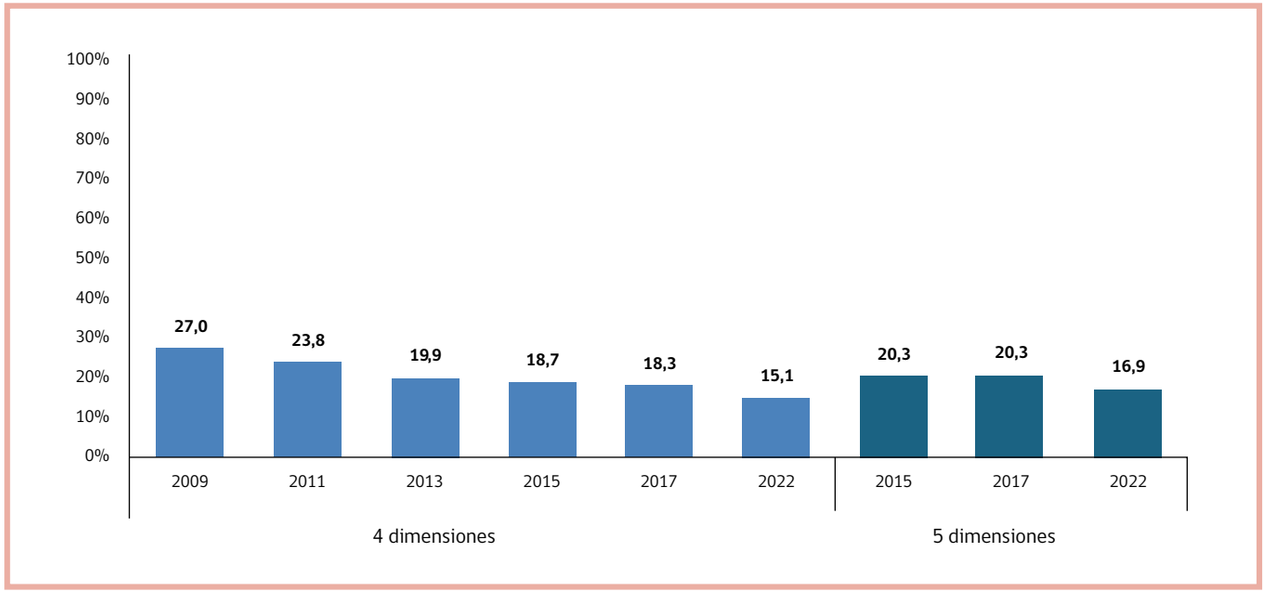


Figura 10. Porcentaje de personas en situación de pobreza multidimensional, periodo 2009-2012, usando la metodología de medición de 4 dimensiones y la de 5 dimensiones.
Fuente: extraído de MDSF (2022).

[7] La medición de pobreza multidimensional implementada por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia toma en cuenta un conjunto de 5 dimensiones (Educación, Salud, Trabajo y Seguridad Social, Vivienda y Entorno, Redes y Cohesión Social) y 15 indicadores (3 indicadores en cada dimensión) que buscan identificar si los hogares alcanzan o no un determinado umbral de bienestar. Por cada indicador en que el hogar no consigue superar dicho umbral, se contabiliza una carencia. La suma del total de carencias que registra el hogar entre estos 15 indicadores permite establecer si el hogar junto a todos sus integrantes se encuentra o no en situación de pobreza multidimensional. Fuente: https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/

1.1.8 Educación

La Ley N° 20.370, D.F.L. n°. 1 (2005) define que la educación formal en Chile está compuesta por cuatro niveles educativos: parvularia, básica, media y superior, aplicando diversas modalidades para atender a diferentes poblaciones. El estudiantado incluye niños, jóvenes y personas adultas.

A modo general, el Informe Estadístico del Sistema Educacional con Análisis de Género 2023 (Centro de Estudios Mineduc, 2023) ofrece cifras generales sobre los estudiantes en el sistema escolar (parvularia, básica y media). En cuanto a la distribución por género, hay una paridad bastante equilibrada, con un total de 3.530.234 estudiantes, de los cuales el 51,4% (1.814.658) son hombres y el 48,6% (1.715.576) son mujeres (Centro de Estudios Mineduc, 2023).

En cuanto a la distribución de estudiantes por tipo de dependencia administrativa, se observa que la mayoría se concentra en establecimientos municipales y particulares subvencionados, siendo estos últimos los que predominan, con una representación del 43% (Centro de Estudios Mineduc, 2023).

Respecto de la distribución de estudiantes por género y según la zona geográfica en que viven, se observa que la cantidad de estudiantes en las zonas urbanas es significativamente mayor que en las zonas rurales. En las zonas urbanas, hay 3.253.548 estudiantes, de los cuales 1.668.554 son hombres y 1.584.994 son mujeres. En las zonas rurales, el total de estudiantes es de 276.686, con 146.104 hombres y 130.582 mujeres. Sin embargo, la distribución por género es similar en cada zona, manteniéndose equilibrada tanto en áreas urbanas como rurales. La distribución de hombres y mujeres pertenecientes a alguna etnia en zonas urbanas es de alrededor de un 6%, mientras que en las zonas rurales es de un 20%.

Por último, es de considerar la situación escolar de las personas migrantes en el país, observándose que al igual que los estudiantes chilenos, los estudiantes migrantes se concentran entre la educación municipal y particular subvencionada, sin embargo, en este caso la mayoría es liderada por los establecimientos municipales.

En la Educación Parvularia, regulada por el Decreto N° 315 (2011), existen tres niveles: Sala Cuna, Nivel Medio y Nivel de Transición (Prekínder y Kínder), cada uno dividido en dos subniveles según la edad. A diferencia de otros niveles educativos, la mayoría de los estudiantes está matriculado en establecimientos estatales pertenecientes a la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI) y a la Fundación Integra. En 2022, por ejemplo, en el nivel de Sala Cuna Mayor, JUNJI tuvo 43.149 matriculados e Integra 18.549, mientras que, en el Nivel Medio Mayor, JUNJI registró 56.025 estudiantes e Integra 27.350. Las instituciones municipales y particulares subvencionadas también participan, pero en menor medida, siendo los niveles de Transición (Prekínder y Kínder) los más diversificados en cuanto a tipos de establecimientos (Centro de Estudios Mineduc, 2023). La JUNJI ofrece programas alternativos que promueven prácticas pedagógicas inclusivas y adecuadas a los contextos sociales y culturales de las familias. Entre ellos destacan los jardines infantiles étnicos, que fomentan un currículo intercultural en comunidades indígenas, las salas cunas en recintos penitenciarios y los jardines no formales que atienden a niños en situación de vulnerabilidad en casas de acogida y hospitales (Subsecretaría de Educación Parvularia, 2022).

Para la Educación Superior correspondiente a pregrado, el Informe de Matrícula en Educación Superior en Chile 2024 (SIES, 2004) establece estadísticas que indican que la cantidad de mujeres matriculadas es predominante y que la mayoría de los estudiantes prefieren cursar su Educación Superior en universidades -incluyendo estudiantes con discapacidad - y de forma diurna (ver Figura 11).

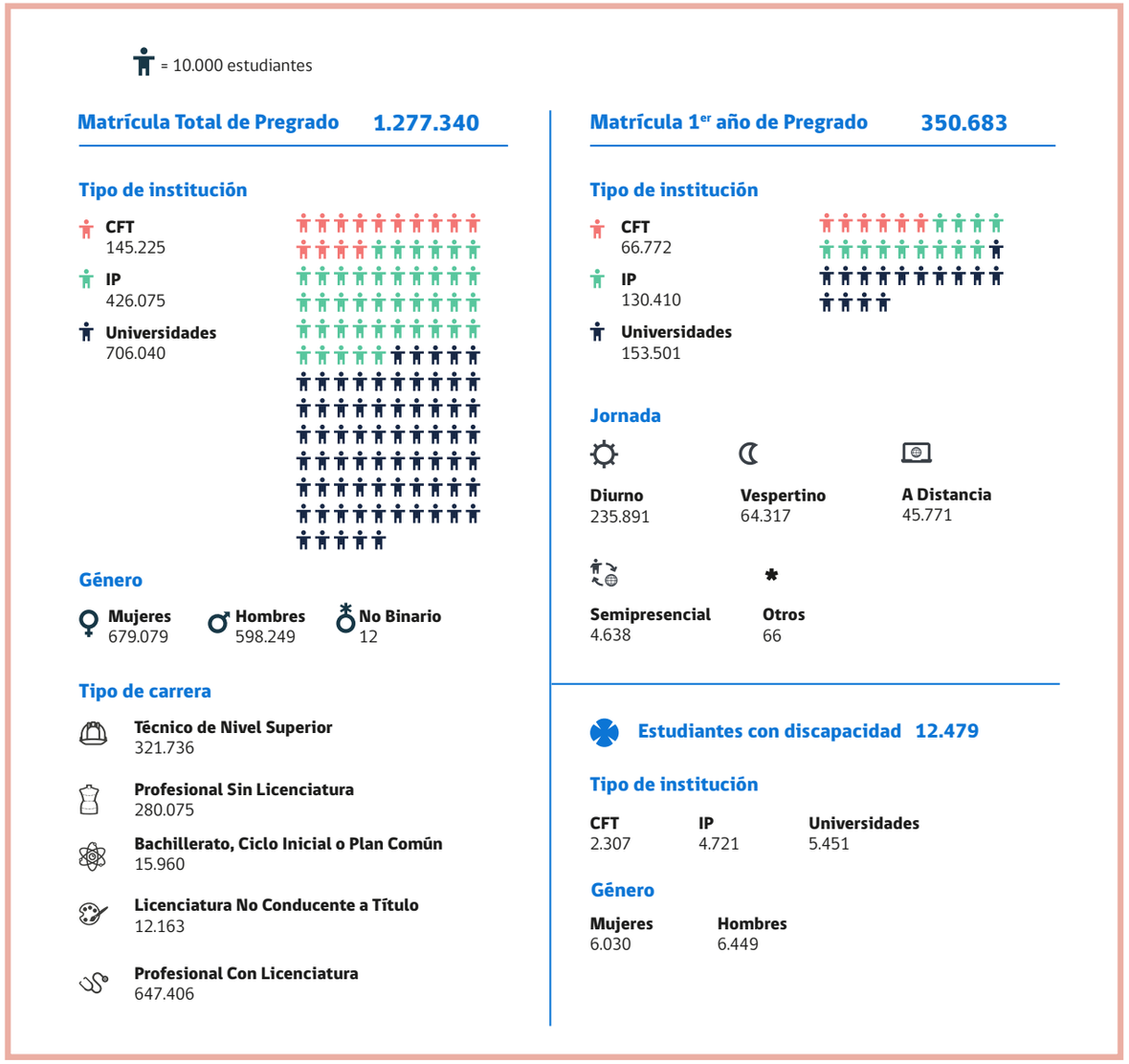


Figura 11. Panorama de la matrícula de carreras de Pregrado.
Fuente: SIES (2004.

Además, el mismo informe establece estadísticas que indican que los estudiantes pertenecientes a Pueblos Originarios, también prefieren universidades para cursar su Educación Superior, siendo la mayoría de las etnias Mapuche, Aimara, Diaguita y Atacameña (Figura 12).

Estudiantes de Pueblos Originarios 150.953

Nivel de formación

Pregrado	Posgrado	Postítulo
145.547	2.820	2.586

Matrícula de Pregrado por Tipo de Institución

CFT	IP	Universidades
21.573	48.186	75.788

Matrícula Total de Pregrado 2024 de pueblos originarios por etnia

Atacameña	Kawashkar	Rapanui	Diaguita
4.016	65	435	12.673
Aymara	**Mapuche**	**Yagan**	**Colla**
14.214	110.583	17	1,807
Chango	**Quechua**		
147	1,590		

Figura 12. Panorama de los estudiantes de Pueblos Originarios en la Educación Superior.
Fuente: SIES (2004).

1.1.9 Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación

El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), creado a través de la Ley 21.205 (2018), desempeña un papel central en la integración de la ciencia y la tecnología en estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático. Aunque el ministerio aún no cuenta con una unidad especializada exclusivamente en cambio climático, ha distribuido las responsabilidades entre sus distintas unidades existentes. Estas incluyen:

- Secretaría Técnica del Comité Científico y Repositorio de Ciencia y Tecnología: gestionada por el equipo de Uso de Evidencia.
- Transferencia Tecnológica: manejada por el equipo de Transferencia de Conocimiento y Tecnología.
- Desarrollo de Capacidades: a cargo del equipo de Políticas Intersectoriales

Estas funciones están centralizadas en el Departamento de Políticas y Articulación, perteneciente a la División de Políticas Públicas, creado en enero de 2024. Aunque estos equipos técnicos no tienen una dedicación exclusiva al tema de cambio climático y carecen de especialización específica en el área, apoyan las actividades necesarias, incluyendo la participación en el Consejo de Ministros de Sustentabilidad y Cambio Climático y en el ETICC. La coordinación en los Comités Regionales es responsabilidad de las secretarías ministeriales macrozonales.

Respecto de los marcos legales, la Ley 21.455 establece diversos aspectos relacionados con el cambio climático que le competen, tales como: Elaborar y colaborar en los medios de implementación de Transferencia Tecnológica y Desarrollo de Capacidades (art 6), Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (art. 18), Secretaría Técnica del Comité Científico Asesor de Cambio Climático (art 19), Participación en los comités Regionales para el Cambio Climático (art 24), Participación en el Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático (art 23) y la administración, coordinación e implementación del Repositorio de Ciencia y Tecnología en Cambio Climático (art 32). Las iniciativas legislativas vigentes de este ministerio no abordan directamente el cambio climático. No obstante, el proyecto de ley sobre transferencia tecnológica, actualmente en debate en el Congreso Nacional, podría tener un impacto indirecto en esta materia.

El ministerio fomenta la colaboración intersectorial (público, académico y privado) a través de la Ley 21.205 y el impulso a la investigación aplicada. Chile alberga numerosos centros de investigación que aportan significativamente al estudio del cambio climático. Para obtener información detallada sobre estos centros, consulte el *Capítulo 6, "Otra Información Relevante".*

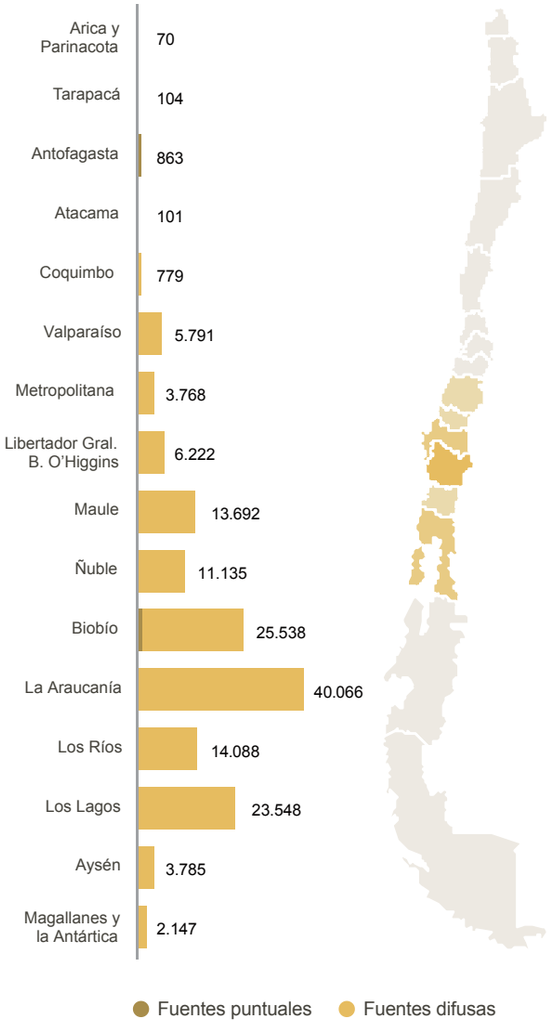
Foto: Tomás Gómez S.

1.1.10 Salud

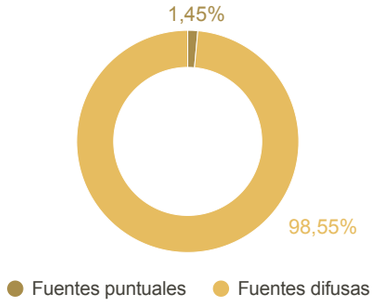
Según el Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (MMA, 2023), las emisiones a aire, agua y suelo están vinculadas a efectos negativos en la salud de la población. La contaminación atmosférica es especialmente preocupante, siendo el material particulado (MP), en particular el MP2,5, uno de los contaminantes más peligrosos debido a su capacidad para causar problemas respiratorios al penetrar las regiones pulmonares. Este contaminante se origina principalmente en la quema de leña, además de incendios forestales y otros procesos de combustión. La quema de leña es la principal fuente de emisiones, como se muestra en la Figura 13, lo que hace que la calidad del aire sea un tema crítico para la salud pública en el contexto del cambio climático.

Foto: Bryan Contreras

Indicador i10 | $MP_{2,5}$ – Emisiones puntuales y difusas por Región [t] (2021)



Indicador i11 | $MP_{2,5}$ – Desglose por fuente difusa y puntual (2021)



Indicador i12 | $MP_{2,5}$ – Emisiones puntuales por tipo de fuente difusa (2021)

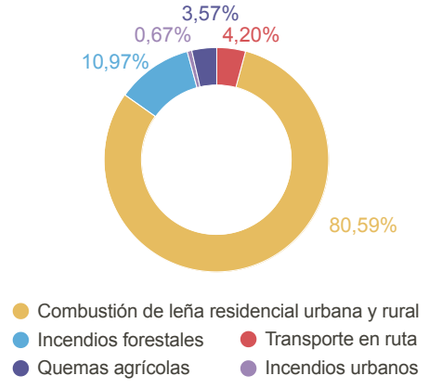


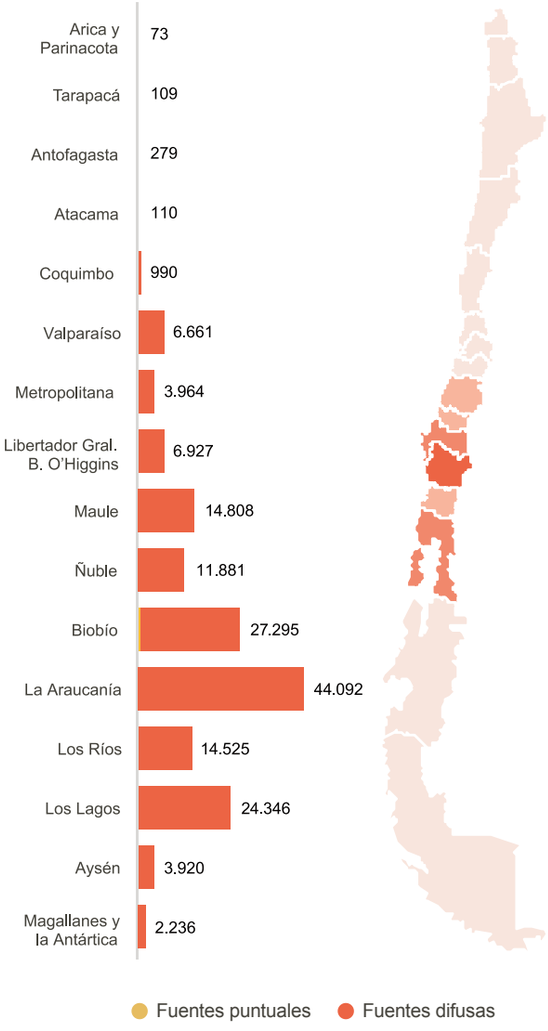
Figura 13. Indicadores de Emisiones de $MP_{2,5}$
Fuente: MMA, (2023).

Así mismo, el Material Particulado 10 (MP_{10}) que corresponde a la fracción gruesa del material particulado (conteniendo al $MP_{2,5}$), está relacionado con actividades de construcción, movimiento o transporte, dispersión o por acciones mecánicas específicas. Este también se considera de fracción respirable, generando así problemas en la salud asociados a los sistemas respiratorio e inmunológico. El MP_{10} en Chile, al igual que el $MP_{2,5}$ es producido principalmente por la combustión de leña residencial (ver Figura 14).

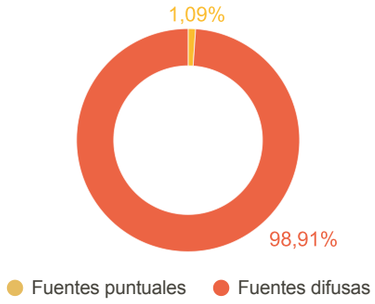
Según la OMS, la contaminación del aire causa 4,2 millones de muertes prematuras anualmente a nivel mundial (OMS, 2023). En Chile, la mala calidad del aire agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares, aumenta la vulnerabilidad a infecciones virales como la influenza y el COVID-19, lo que ha impulsado campañas de vacunación en 2024 para proteger a los más vulnerables (MINSAL, 2024).

Preservar el agua libre de contaminantes es esencial para la vida y la salud humana. Las principales fuentes de contaminación hídrica en Chile provienen de desechos industriales, aumento de temperaturas, uso de pesticidas, deforestación y derrames de hidrocarburos. Pesticidas y metales pesados en los recursos hídricos son especialmente preocupantes debido a su alta toxicidad, aunque las sales contaminantes (cloruros y sulfatos) son las más comunes y pueden alterar la calidad del agua, afectando tanto los ecosistemas como la salud humana (MMA, 2023) (ver Figura 15).

Indicador i13 | MP_{10} – Emisiones puntuales y difusas por Región [t] (2021)



Indicador i14 | MP_{10} – Desglose por fuente difusa y puntual (2021)



Indicador i15 | MP_{10} – Emisiones puntuales por tipo de fuente difusa (2021)

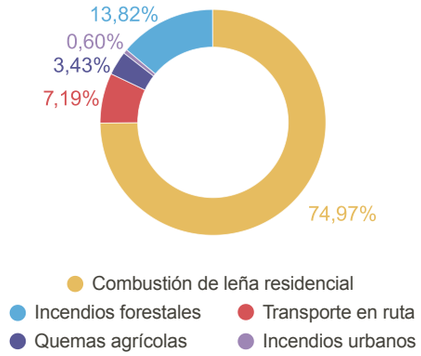


Figura 14. Indicadores de Emisiones de MP_{10}

Fuente: MMA, (2023).

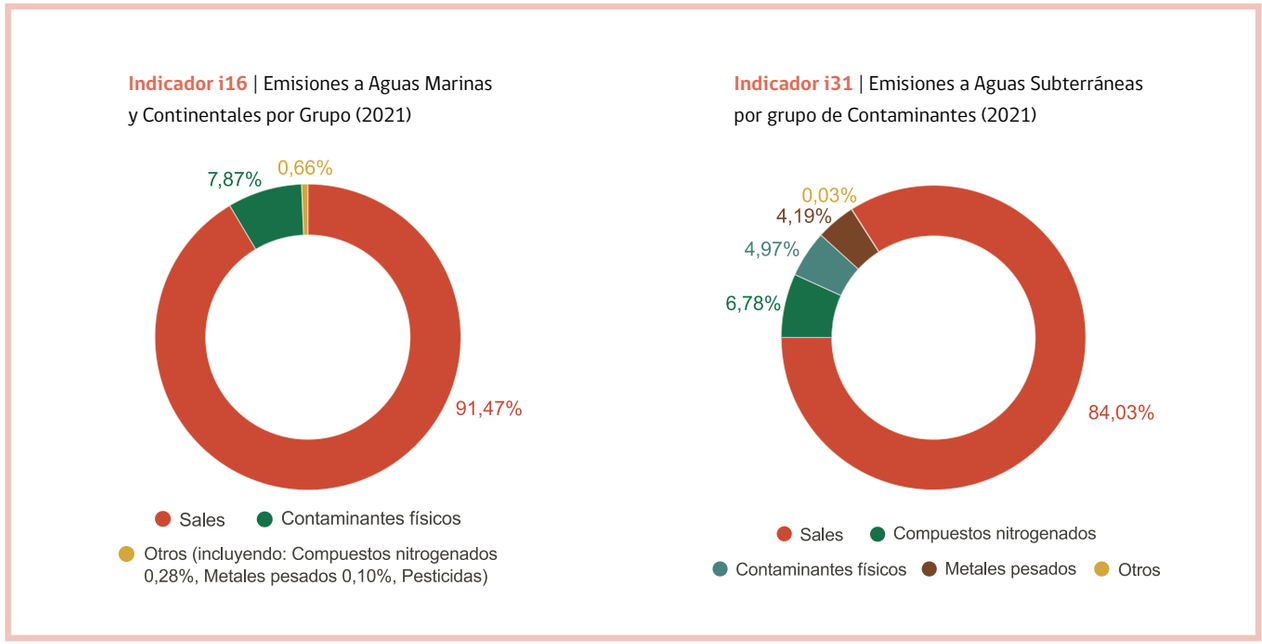


Figura 15. Indicadores de Emisiones a Aguas marinas, continentales y subterráneas.
Fuente: MMA, (2023).

Según el informe del Banco Mundial (2021), la contaminación hídrica ha disminuido en general, pero ha aumentado en regiones costeras y del norte de Chile. Se destaca la necesidad de proteger la calidad del agua de fuentes agrícolas, forestales y de los residuos mineros. La contaminación del suelo ocurre por la presencia de sustancias químicas, principalmente a través de la disposición de residuos peligrosos y no peligrosos, lo que afecta la calidad del suelo y representa un riesgo para la salud y los ecosistemas.

Además, las invasiones biológicas están impactando la salud pública, ya que algunas especies actúan como vectores de enfermedades, una situación que podría empeorar con el cambio climático. El mosquito *Aedes aegypti*, transmisor del dengue, mantuvo a Chile en alerta sanitaria en 2023, y el país sigue implementando medidas de control para detectar nuevos casos (MINSAL, 2024).

1.1.11 Enfoque de Género

El enfoque de género ha cobrado relevancia en el cambio climático, pues sus efectos no impactan por igual. Desigualdades de género generan vulnerabilidades y barreras de acceso, resiliencia y participación (International Planned Parenthood Federation, 2022; Mann et al., 2024). El IPCC reconoce la importancia de abordar estas desigualdades. La COP20 de 2014 estableció el Plan de Trabajo de Lima sobre Género, abordando vulnerabilidades y adaptación de forma inclusiva (CMNUCC, 2023). La NDC de Chile incluye un enfoque de transición justa y desarrollo sostenible, atendiendo a las desigualdades de género y comunidades vulnerables (Gobierno de Chile, 2022). La Ley Marco de Cambio Climático incorpora el Principio de Equidad, asegurando que las políticas climáticas aborden las desigualdades sociales. La Mesa Intersectorial de Género y Cambio Climático y la Lista de Chequeo para la integración de la equidad de género proporcionan directrices para garantizar políticas climáticas inclusivas y justas.

En Chile, el Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, creado en 2016, junto con el Cuarto Plan Nacional de Igualdad entre Mujeres y Hombres 2018-2030, ha sido clave para abordar las desigualdades de género. Este plan fue actualizado en 2022 y 2023 para adaptarse a los cambios sociales y atender las necesidades específicas de grupos diversos (Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, 2023c). Además, el Plan Nacional por el Derecho a Vidas Libres de Violencia de Género para el periodo 2022-2030 promueve un enfoque interseccional y comunitario para erradicar la violencia de género en contextos vulnerables, como la migración y la ruralidad (Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, 2023b).

1.2 PERFIL CLIMÁTICO

1.2.1 Antecedentes Generales

Chile se caracteriza por presentar climas diversos a lo largo de su extenso territorio, como consecuencia de distintos factores atmosféricos, orográficos y oceanográficos que determinan los patrones de distribución. La configuración del paisaje es poco común en el mundo, presentando por ejemplo las cadenas montañosas de la Costa y de los Andes, la existencia de la corriente fría de Humboldt, la presencia del Anticiclón del Pacífico y del Frente Polar. Todo ello le confiere marcadas diferencias en las características climáticas, las que varían desde norte (aridez extrema) a sur (frío lluvioso), y según la altitud del terreno (Biblioteca del Congreso Nacional, 2020). Sin perjuicio de la variedad climática, estos obedecen a patrones de distribución como se ha mencionado en un inicio, por lo que el territorio chileno es generalmente dividido en regiones naturales, las que nunca han sido utilizadas como unidades administrativas, pero que ilustran la estructura del país desde una perspectiva natural y social. Estas regiones corresponden a zonas geográficas que, como resultado del clima incidente y del relieve, presentan condiciones biogeográficas, hidrológicas y de vegetación similares. De acuerdo con el estudio de regionalización climática de Chile de Sarricolea, Herrera-Ossandon & Meseguer-Ruiz (2016), 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 Aysén y de Magallanes.

Parte de los factores oceanográficos que influyen en el clima nacional y que actúa como agente moderador de la amplitud térmica en la zona costera, corresponde a la corriente marina fría de Humboldt (Aceituno et al., 2021). Este efecto del océano se traduce en un litoral rico en minerales, lo que promueve el aumento de la fauna marina, además de 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, los cuales generan una succión de aire marino hacia el interior del continente y por consecuencia, crean gradientes térmicos amplios de oeste a este.

Por el lado de factores atmosféricos, se encuentra primero el anticiclón del Pacífico sur oriental (APSO), el cual corresponde a uno de los principales determinantes climáticos del país. Con sus variaciones latitudinales anuales, da paso a periodos de aridez y altas temperaturas al avanzar hacia el sur en el verano y cuando se retira hacia el norte, a periodos de lluvias asociadas principalmente a situaciones frontales y temperaturas más bajas. Como segundo factor, se cuenta con los episodios del fenómeno de El Niño y Oscilación del Sur (ENOS), que se manifiestan por cambios anómalos en el sistema océano-atmósfera en el Pacífico tropical, e influyen en modificaciones en el clima chileno a escala interanual, principalmente en la temperatura del océano, en el régimen de precipitaciones y en la temperatura del aire. Estos cambios anómalos ocurren más fuertes en las regiones semiáridas y mediterráneas (29° - 36° latitud sur [LS]) (van Dongen et al., 2022), encontrando en ellas a la zona centro-sur del país.

En general, los eventos de El Niño están asociados a un aumento de las precipitaciones y temperaturas en la zona previamente mencionada, mientras que los eventos de La Niña se caracterizan por una menor temperatura en el océano tropical, provocando inviernos fríos y con una mayor frecuencia de días con heladas.

Comportamiento de la temperatura y precipitación del país

La temperatura media presenta una leve oscilación a medida que la latitud varía, con valores promedios anuales entre 8,6 °C en el extremo austral, 14,5 °C en la costa central y 18 °C en el norte grande (DMC, 2021). 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. Las zonas Norte, Centro y Sur se ven influenciadas fuertemente por el ENOS y la temperatura superficial del mar (TSM), mientras que para la zona Austral, no hay signos claros de influencia del ENOS en la temperatura (Aceituno et al., 2021).

El patrón de las precipitaciones cambia desde una condición desértica en el norte, con valores anuales entre los 1 y 7 mm, hasta una condición muy húmeda en las zonas sur y austral, con valores anuales entre los 240 y 900 mm (DMC, 2021). Se distinguen las siguientes distribuciones anual de precipitaciones:

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

Las precipitaciones en Chile se rigen por un marcado comportamiento estacional, pero también exhiben una amplia variabilidad climática a nivel intraestacional y plurianual. Esto se debe principalmente a la influencia de los patrones de variabilidad del Pacífico Sur (SAM u Oscilación Antártica) y Pacífico-Sudamérica (PSA), que modulan la ocurrencia e intensidad de los eventos de precipitación a través de los movimientos de cinturones de vientos (Aceituno et al., 2021).

1.2.2 Macrobioclimas del país

El macrobioclima es una unidad climatológica de gran extensión territorial que condiciona las formaciones vegetacionales y de biomasa, otorgando así características comunes a cada zona. De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2018), Chile posee cuatro zonas macrobioclimáticas, las cuales se presentan desagrupadas en la Figura 16 y que posteriormente son descritas.

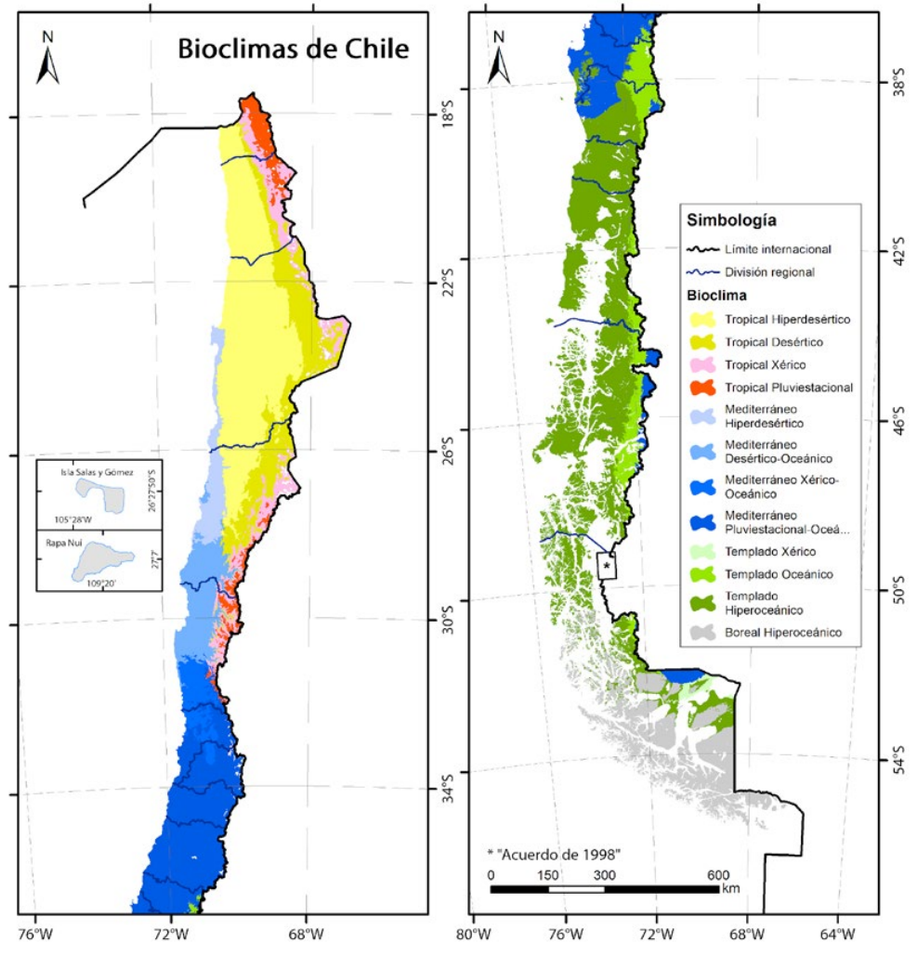


Figura 16. Mapa de los Macrobioclimas de Chile.

Fuente: elaborado con datos de Luebert y Pliscoff (2019). Límites marítimos e internacionales según DIFROL (2018).

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

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

Macrobioclima templado

Se caracteriza por la ausencia de un periodo 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.

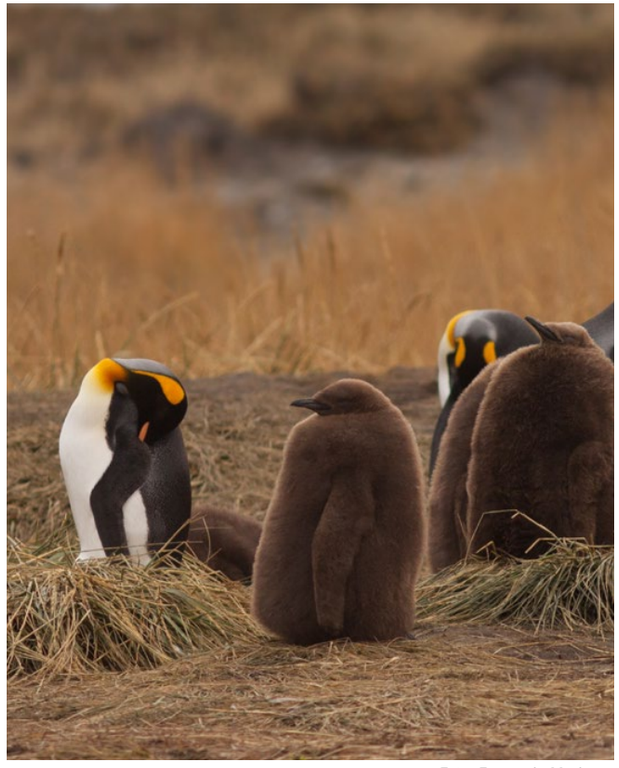


Foto: Fernando Medrano

1.3 EL PERFIL ECONÓMICO

1.3.1 Visión general

La economía chilena tuvo una rápida recuperación tras la pandemia, con un notable crecimiento, pero acumulando desequilibrios macroeconómicos. En 2022, enfrentó alta inflación, déficit fiscal y de cuenta corriente, junto a condiciones financieras desafiantes, impulsadas por políticas fiscales procíclicas y retiros de fondos de pensiones que inyectaron un 35% del PIB en la economía, lo que generó el riesgo de una recesión profunda. A partir de 2022, se implementó una consolidación fiscal global, reduciendo el gasto público en un 23%. Junto con una política monetaria restrictiva, se ayudó a disminuir la inflación, estabilizar la deuda y mejorar la cuenta corriente, sentando las bases para un crecimiento más sostenible y convergiendo la actividad hacia niveles más compatibles con su tendencia, como se muestra en la Figura 17 (MdH, 2024).

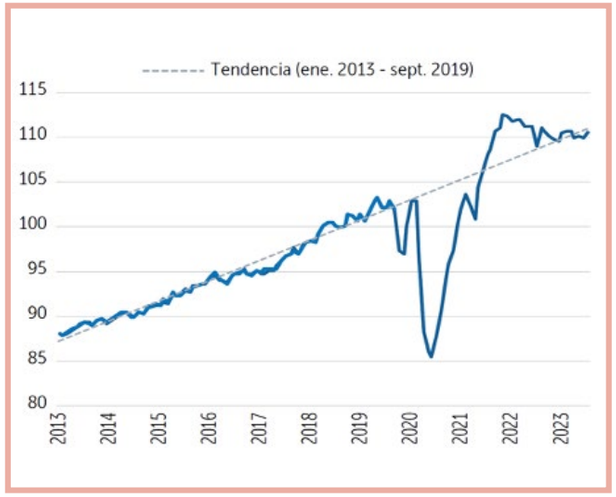


Figura 17. PIB No Minero y Tendencia (índice desestacionalizado).
Fuente: MdH, (2024).

Por otro lado, el año 2023 el sector minero representó el 55,5% del total de exportaciones de bienes (en millones de dólares) del país (BCC, 2024a).

A pesar de que en los últimos cuatro años Chile ha experimentado un crecimiento económico constante (Figura 18), la deuda bruta pública del país ha aumentado sostenidamente en los últimos años, representando un 39,4% del PIB a diciembre de 2023 (DIPRES, 2024). En la Tabla 7, se muestran los principales indicadores económicos que orientan sobre el desempeño reciente de la economía chilena.

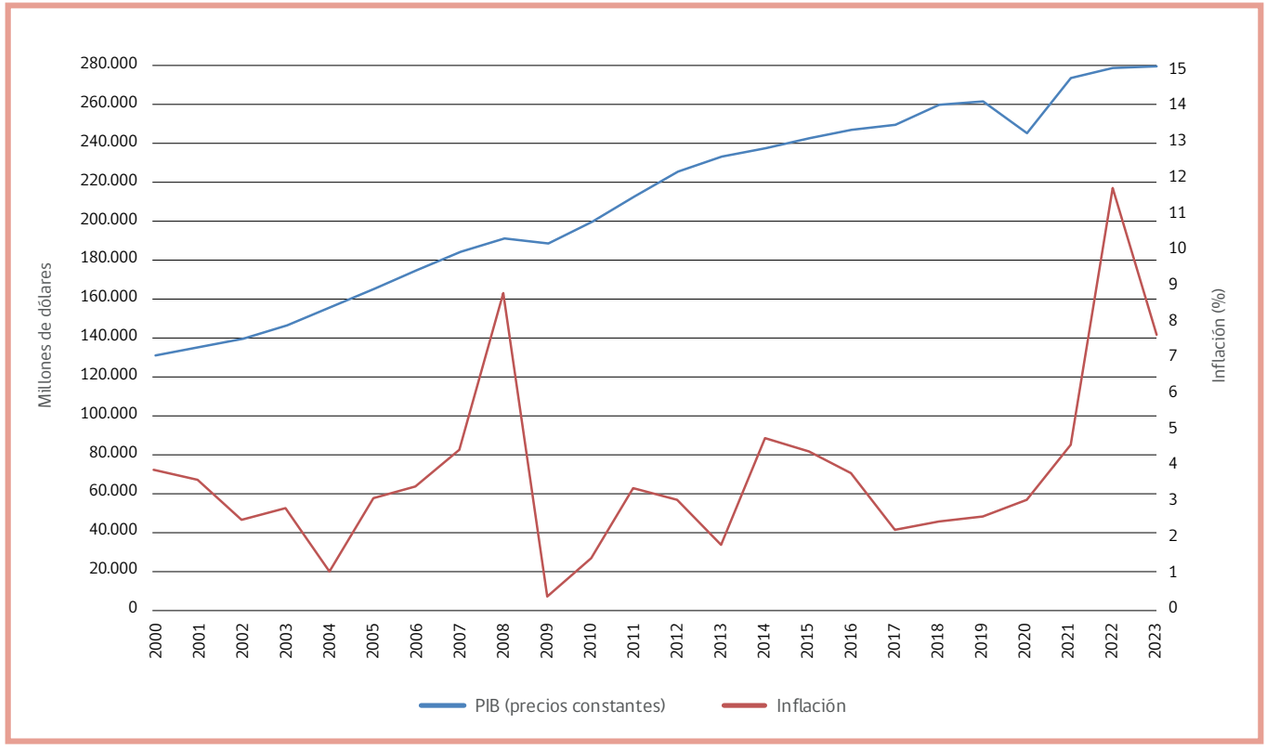


Figura 18. PIB nacional a precios constantes (en millones de dólares) e inflación (%), como índice de precios al consumidor (IPC) promedio anual (Banco Mundial) 2000–2023.
Fuente: elaboración propia en base a Banco Mundial (2024).

Tabla 7. Indicadores económicos relevantes.

Indicador	Valor	Unidad	Fuente
PIB en 2023	279.676,77	Millones de dólares (en precios constantes de 2015)	Banco Mundial
PIB per cápita en 2023	14.247,71	Dólares (en precios constantes de 2015)	Banco Mundial
Crecimiento estimado del PIB para el 2024 (% anual)	2,25 / 3,0	%	Banco Central de Chile (IPoM, junio 2024)
Crecimiento estimado del PIB para el 2025 (% anual)	1,5 / 2,5	%	Banco Central de Chile (IPoM, junio 2024)
Exportación de materias primas (% de las exportaciones totales, 2023)	52,16	%	World Integrated Trade Solution
Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB 2023)	31,1	%	Banco Mundial
Valor agregado en "Agricultura, silvicultura y pesca" (% PIB 2023)	3,5	%	Banco Mundial
Valor agregado en "Industrias" (% PIB 2023)	29,7	%	Banco Mundial
Valor agregado en "Servicios" (% PIB 2023)	56,9	%	Banco Mundial

Fuente: elaboración propia en base a BCC (2024), Banco Mundial (2024) y WITS (2024).

La minería es el sector con mayor impacto en las exportaciones del país (Figura 19), siendo el cobre por lejos el principal producto de exportación. En el caso de las importaciones, la mayor proporción la representan los bienes intermedios, correspondiendo el 2023 al 54,0% del total de importaciones de bienes (CIF) (BCC, 2024a).

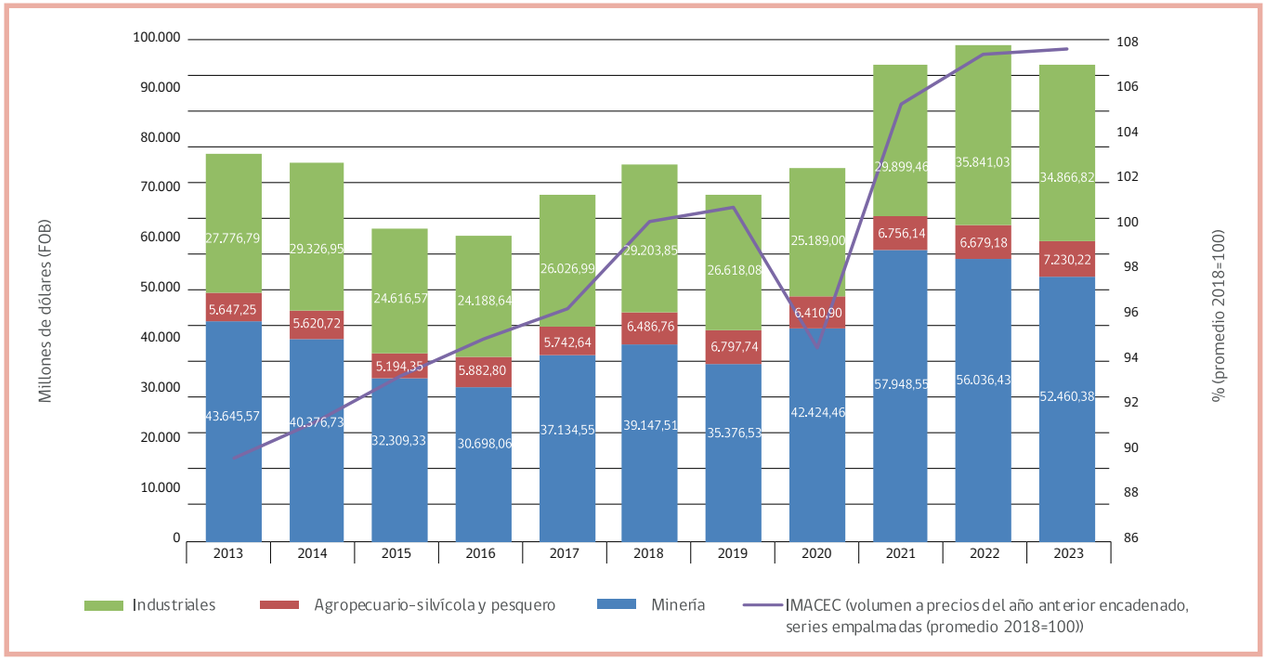


Figura 19. Exportaciones por sector, 2013-2023.

Fuente: elaboración propia en base a BCC (2024a).

Foto: Micaela Jara Forray

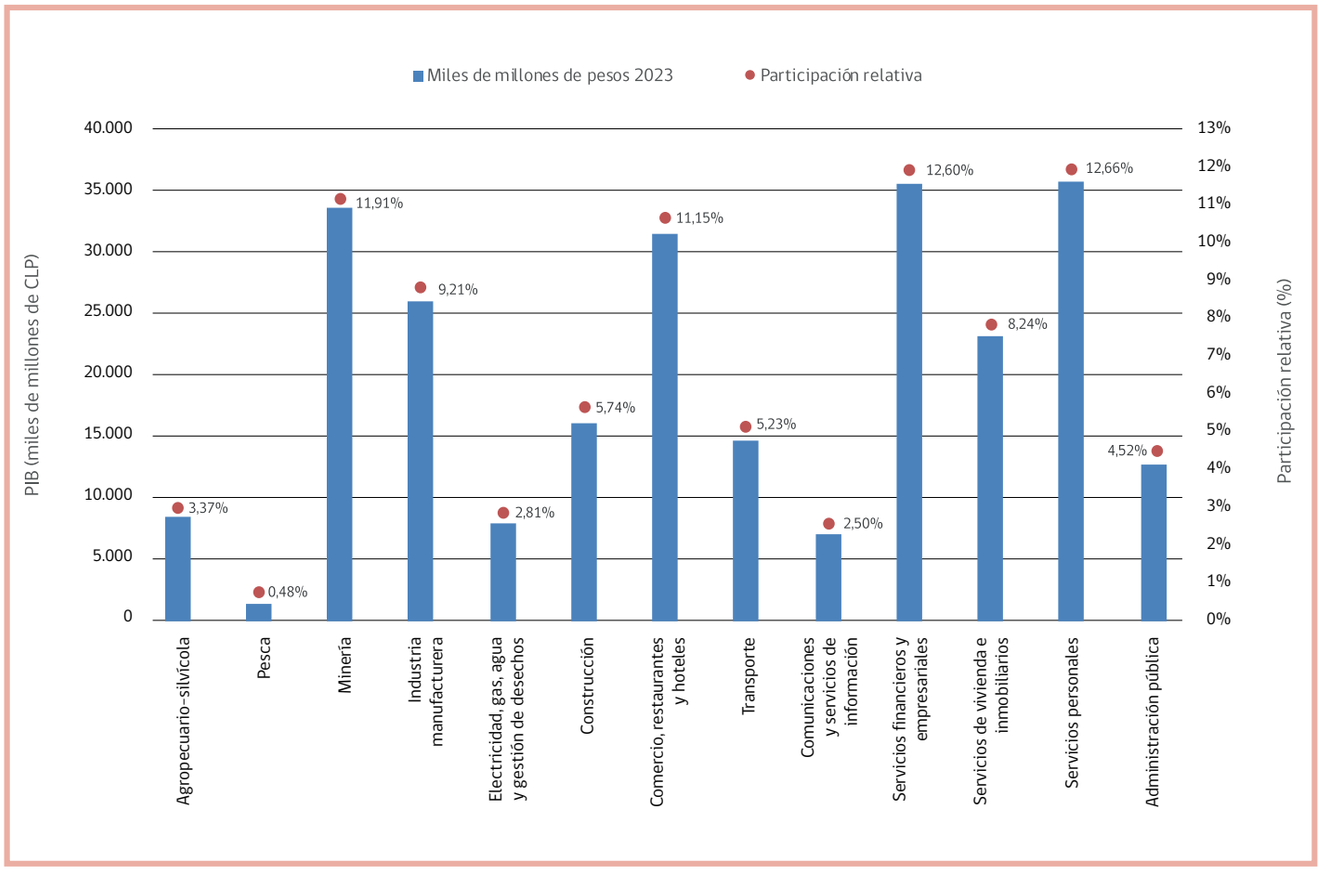


Figura 20. Exportaciones por sector, 2013–2023.

Fuente: elaboración propia en base al Banco Central de Chile (2024b).

1.3.2 Visión sectorial

1.3.2.1 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

Durante los últimos años la matriz energética chilena ha ido cambiado considerablemente, especialmente en lo que se refiere al crecimiento sostenido en la generación de ERNC. El año 2020, la generación de electricidad proveniente de ERNC fue de 1.684 GWh-año, mientras que en 2023 se generaron 3.042 GWh-año (CNE, 2024a). En tanto, la capacidad instalada de ERNC a julio del 2024 correspondió a un 44,5% de la capacidad eléctrica total en los sistemas eléctricos nacionales, cumpliendo anticipadamente con la meta de 25% de ERNC al 2025, establecida en la Ley 20.698 del año 2013. Las fuentes hidráulicas y térmicas siguen teniendo un rol importante dentro de la generación de energía eléctrica en Chile, pero esta última ha disminuido en los últimos años gracias al proceso de descarbonización de la matriz energética con el fin de cumplir con las metas de carbono neutralidad al año 2050.

Las condiciones geográficas han determinado un sistema de transmisión de energía eléctrica que contempla tres sistemas independientes (Sistema Eléctrico Nacional, Aysén y Magallanes), cuya suma de capacidades, a julio de 2024, alcanzó los 33.308 MW (CNE, 2024b). La capacidad instalada se distribuye en diferentes fuentes de generación de electricidad (Figura 21).

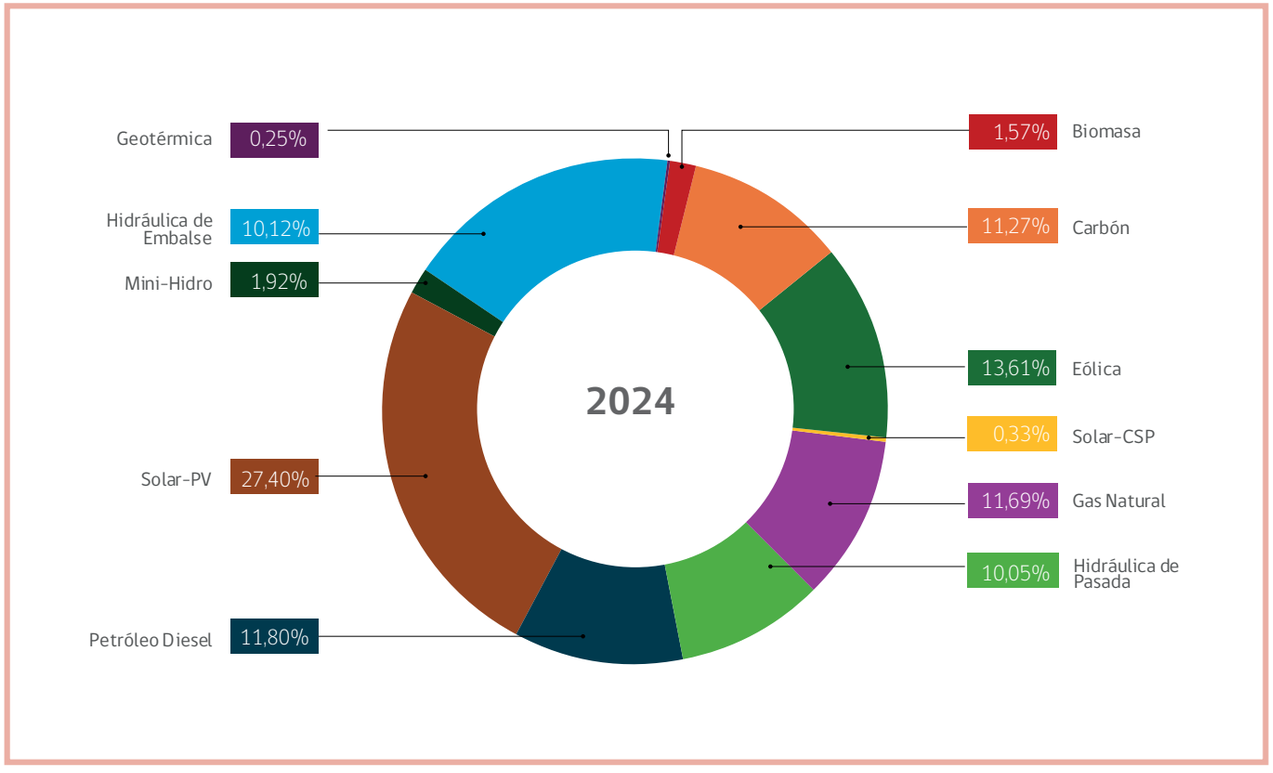


Figura 21. Participación porcentual de la capacidad instalada por fuente de generación eléctrica.
Fuente: elaboración propia en base a CNE (2024b).

Cobertura eléctrica y demanda energética

En relación con el consumo final de energía a nivel nacional, los principales consumidores sectoriales para el año 2022 son, el sector Industrial y Minero (37,3% del consumo total), luego el sector Transporte (34,1%) y en tercer lugar el sector Comercial, Público y Residencial (23,9%) (Figura 22). Durante el periodo 2013-2022, se aprecia que la tendencia del consumo total de energía ha ido aumentando gradualmente, promediando una tasa anual de 2,2%.

Durante el año 2022, Chile tuvo un consumo eléctrico per cápita de 4,23 MWh. Este valor se ha desacelerado en la última década, lo cual es común en economías avanzadas debido a las iniciativas de eficiencia energética y al cambio hacia formas de actividad económica que consumen menos energía (IEA, 2024). Este valor es bastante mayor al promedio regional (Centro y Sudamérica) del año 2021, que es de 2,56 MWh per cápita. Además, Chile se encuentra en el tercer lugar dentro de la región, detrás de Trinidad y Tobago y Curazao, y en el lugar 55 a nivel mundial (3,36 MWh per cápita) al año 2021 (IEA, 2024).

Por su parte, los hidrocarburos han sido una importante fuente de energía primaria en las últimas décadas en Chile, pero su importación ha tendido a la baja los últimos dos años (Figura 23).

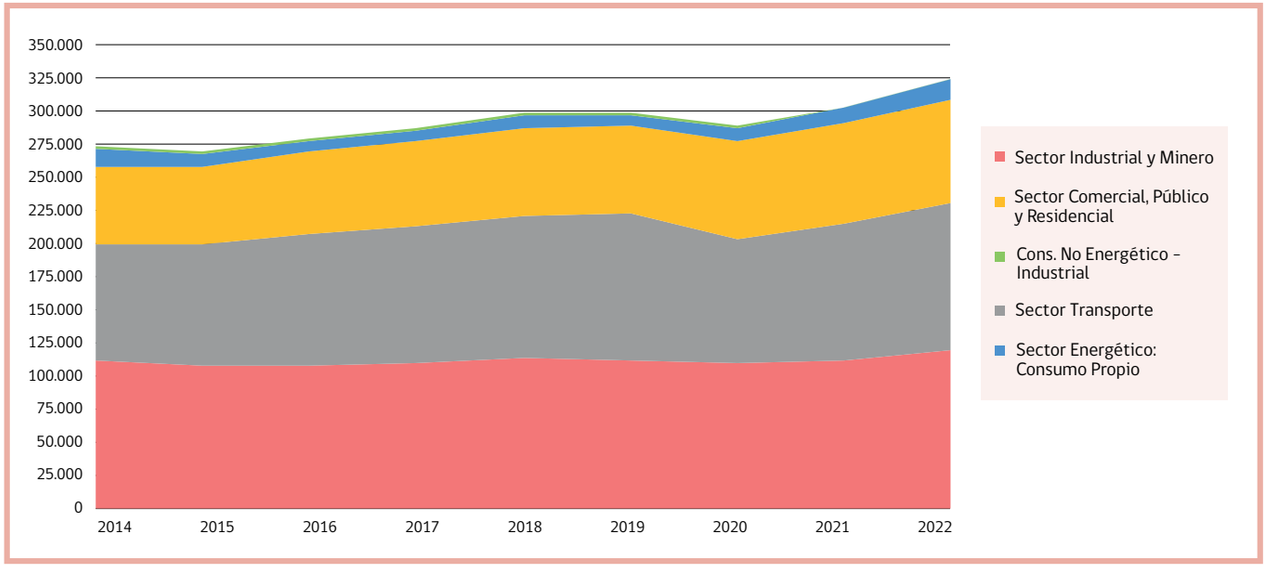


Figura 22. Consumo sectorial de electricidad en el periodo 2014-2022 (Teracalorías).

Fuente: elaboración propia en base a CNE (2024c).

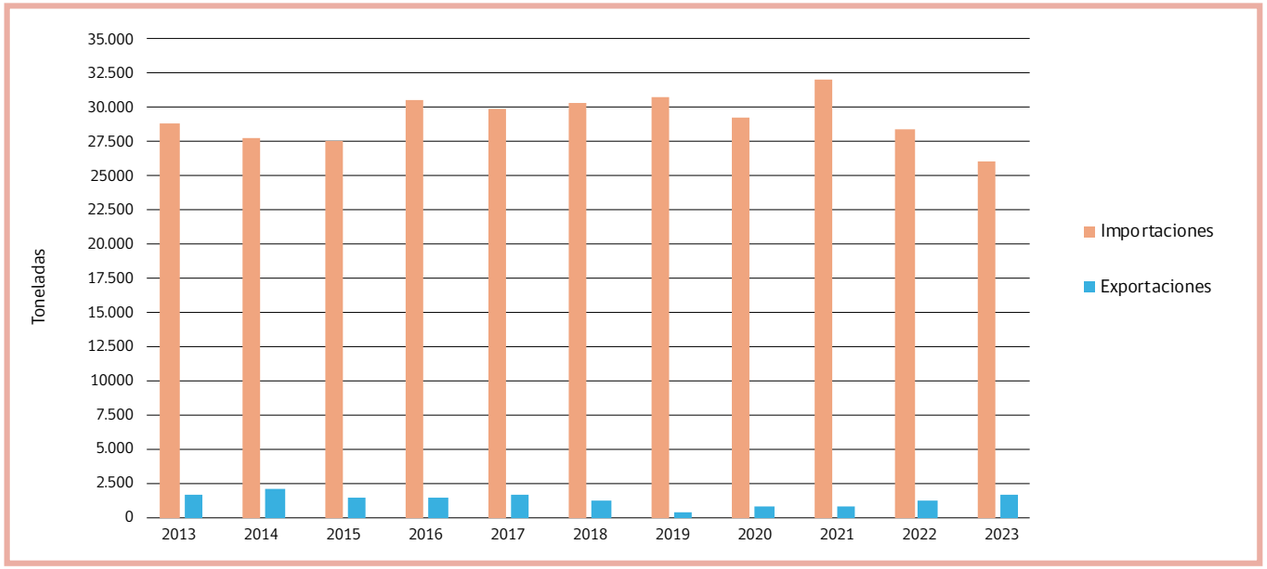


Figura 23. Importaciones y exportaciones de hidrocarburos.

Fuente: elaboración propia en base a CNE (2024d).

1.3.2.2 Agricultura y silvicultura

El sector silvoagropecuario (SAP) en Chile, al igual que en otros países del mundo, es uno de los sectores económicos vinculado fuertemente en ámbitos sociales, culturales y productivos. Además, se debe considerar que los diferentes efectos climáticos tienen implicancias severas en la seguridad alimentaria (MINAGRI, 2024).

La pandemia del Covid-19 representó una circunstancia sin precedentes, tanto por su extensión espacial, simultaneidad temporal e impactos sociales, políticos y económicos, donde el sector SAP no quedó ajeno. Según la información entregada a septiembre del año 2020 por la Organización Mundial de Comercio (OMC), el volumen del comercio mundial de mercancías disminuyó 14,3% en el segundo trimestre de ese año en comparación al periodo anterior, afectando las economías de todo el mundo. Las cadenas de suministro alimentario colapsaron, ya que muchos países habían impuesto restricciones a la circulación, transfronteriza y dentro de un mismo país, tanto de bienes como personas. Como consecuencia, el desafío no era la disponibilidad de alimentos, sino la posibilidad de acceder a ellos con facilidad (ODEPA, 2020).

En la Figura 24, se ve la evolución de las exportaciones e importaciones nacionales, además de las mismas para el sector SAP, entre los años 2012 y 2022.

En términos de exportaciones e importaciones por sector (agrícola, pecuario y forestal), en el año 2022 el sector agrícola contempló el 56,5% de las exportaciones SAP (10.738 millones USD FOB) y el 66% de las importaciones (6.480 millones USD CIF), el sector pecuario obtuvo el 10,2% de las exportaciones (1.931 millones USD FOB) y el 30% de las importaciones (2.945 millones USD CIF). Por último, el sector forestal exportó el 33,4% (6.341 millones USD FOB) e importó el 3% (335 millones USD CIF) (ODEPA, 2024). Por parte de los rubros exportados en el año

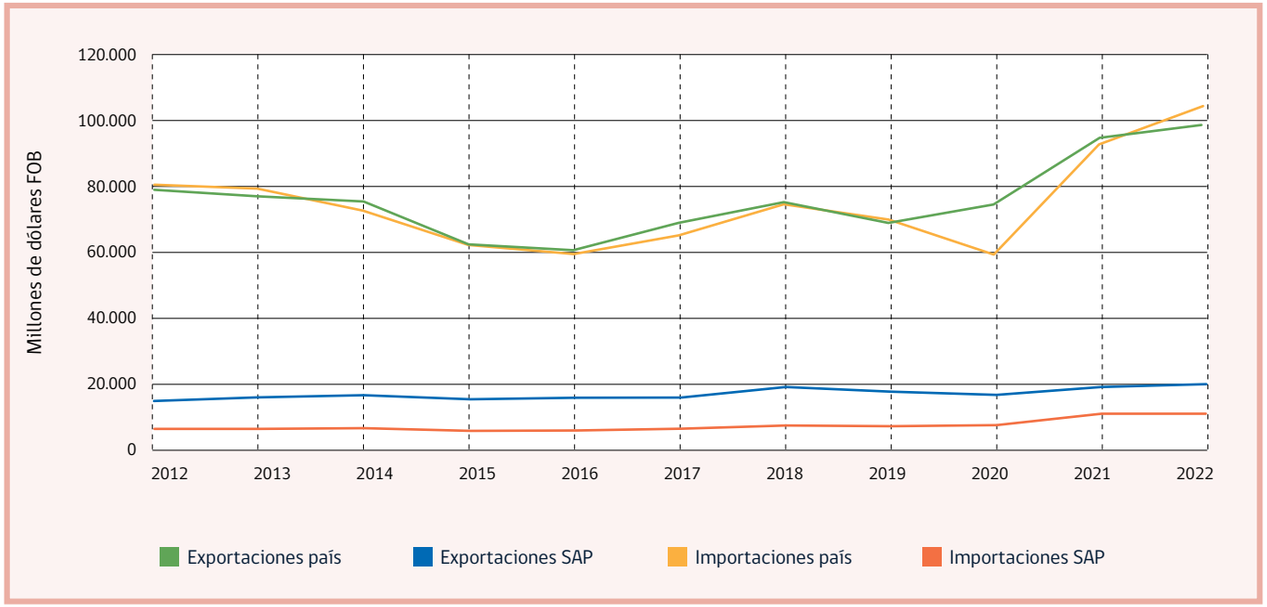


Figura 24. Evolución de las exportaciones e importaciones silvoagropecuarias (SAP) chilenas, periodo 2012 y 2022.
Fuente: ODEPA (2024).

Foto: Tomás Gómez S.

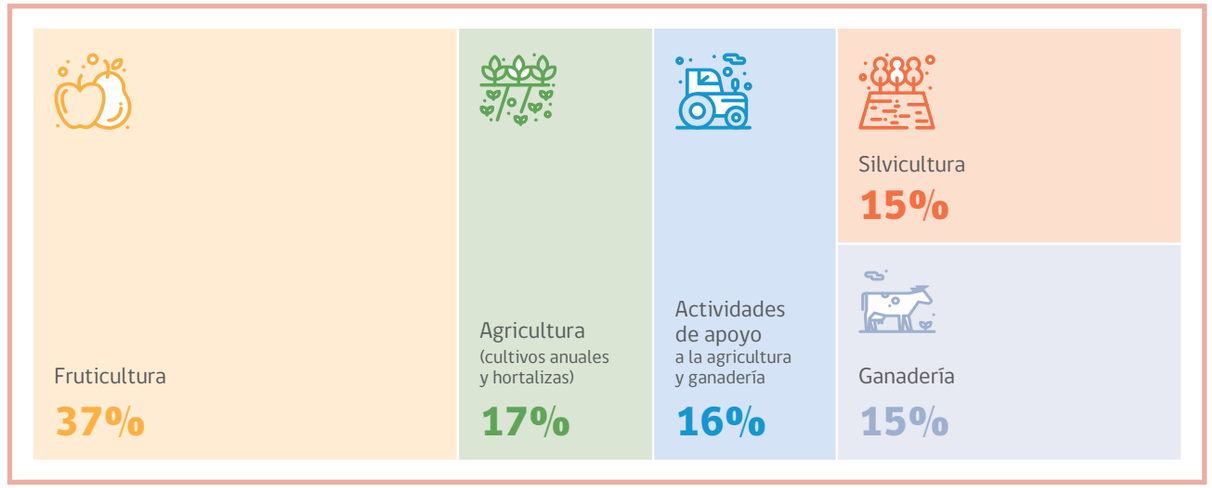
2022, la fruta fresca fue lo más exportado en el sector SAP con un 31% del total (5.850 millones USD FOB), luego la celulosa con un 17% (3.221 millones USD FOB) y en tercer lugar las maderas con un 16% (3.083 millones USD FOB). En términos de exportaciones totales, la variación del año 2012 al 2022 fue de +32% (ODEPA, 2024). La Tabla 8 muestra los principales rubros exportados (en miles de dólares FOB) para los años 2012, 2021 y 2022.

Tabla 8. Principales rubros exportados, en miles de dólares FOB, para los años 2012, 2021 y 2022 en Chile.

Rubro	2012	2021	2022
Fruta fresca y frutos secos	4.103.574	6.012.337	5.849.849
Celulosa	2.528.824	3.001.692	3.221.467
Maderas	2.056.803	2.612.911	3.083.384
Vinos y alcoholes	1.827.700	1.974.603	1.921.281
Fruta procesada	1.307.115	1.415.095	1.671.401
Carne de ave	251.787	497.309	700.184
Carne cerdo y despojos	515.171	767.491	621.370
Semillas para siembra	518.778	326.881	330.902
Hortalizas procesadas	188.816	212.683	268.139
Lácteos	212.098	141.207	225.254
Carne bovina	16.887	79.069	128.841
Flores, bulbos, tubérculos y plantas	47.781	62.230	63.025
Hortalizas frescas	52.098	56.394	53.155
Miel	25.129	13.704	16.852
Exportaciones totales	**14.435.516**	**17.911.573**	**19.009.874**

Fuente: ODEPA (2024).

En términos de actividad económica, la participación del sector silvoagropecuario en el PIB nacional fue de 2,8% en el año 2022 (en base a precios corrientes), donde la contribución relativa del rubro fruticultura representó el 37% del PIB SAP (año de referencia 2018) (ODEPA, 2024). La Figura 25 presenta el desglose de los rubros que contribuyen al PIB del sector SAP en el año 2022.



Nota: no se incluye PIB manufacturero (vinos, frutas y carnes procesadas).

Figura 25. Contribución relativa de los rubros al PIB silvoagropecuario, año de referencia 2018.

Fuente: ODEPA (2024).

Desde la perspectiva de las regiones, la participación del PIB del sector SAP se ve concentrada en macrozona centro del país para el año 2022, donde la región con mayor participación del PIB SAP fue la de O'Higgins con el 22,1% de participación, luego la región del Maule (17,6%) y la Metropolitana (11,8%). La Tabla 9 muestra el PIB SAP regional para las regiones de Chile en el año 2022.

Tabla 9. Producto interno bruto silvoagropecuario regional, a precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos).

Región	PIB SAP 2022	Participación SAP 2022 (%)
Región Arica y Parinacota	71	1,0
Región de Tarapacá	5	0,1
Región de Antofagasta	4	0,1
Región de Atacama	85	1,2
Región de Coquimbo	384	5,2
Región de Valparaíso	774	10,5
Región Metropolitana	870	11,8
Región de O'Higgins	1.628	22,1
Región del Maule	1.297	17,6
Región de Ñuble	386	5,3
Región del Biobío	496	6,7
Región de La Araucanía	503	6,8
Región de Los Ríos	318	4,3
Región de Los Lagos	459	6,2
Región de Aysén	27	0,4
Región de Magallanes	47	0,6
Producto Interno Bruto	**7.354**	**100,0**

Fuente: ODEPA (2024).

Según el VIII Censo Agropecuario y Forestal (CAF) del año 2022, la superficie agrícola total a nivel nacional es de 45.742.565 hectáreas (INE, 2022b), lo cual representa una disminución del 12% de la superficie respecto al VII CAF (año 2007), y es equivalente a 6 millones de hectáreas. Las regiones con mayor superficie de unidades productivas agropecuarias se encuentran en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena con 11,5 millones de hectáreas, luego la región de Aysén con 7,4 millones de hectáreas y la región de Antofagasta con 5,7 millones de hectáreas.

En tanto, la superficie silvoagropecuaria disminuyó 29%, alcanzando 22,2 millones de hectáreas. Al desagregar las cifras finales según uso del suelo, se observa una caída de 11% en la superficie de cereales, de 33% en leguminosas y tubérculos, de 24% en cultivos industriales, y 38% en hortalizas, entre otras. En relación con frutales, la superficie aumentó 16% entre los últimos dos censos (entre el año 2007 y 2022) (INE, 2022b).

El sector forestal en particular, y según el VIII CAF (INE, 2022b), registra una superficie de 11,7 millones de hectáreas, de las cuales 9,6 millones corresponden a bosque nativo y 2,1 millones a plantaciones forestales. La industria forestal chilena basa su actividad en plantaciones de las especies exóticas Pinus radiata, Eucalyptus globulus y Eucalyptus nitens.

Respecto al sector pecuario, todas las existencias han experimentado una contracción con relación con el censo del 2007 (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de principales existencias animales entre CAF (número de cabezas).

Existencias animales	VII CAF (2007)	VIII CAF (2021)	Variación (%)
Bovinos	3.718.532	2.474.406	-33,5
Ovinos	3.888.485	2.529.238	-35,0
Caprinos	705.527	333.436	-52,7
Porcinos	2.928.606	2.689.465	-8,2
Llamas	48.989	20.857	-57,4
Alpacas	26.147	16.707	-36,1
Pollos	46.284.646	59.417.564	28,4
Pavos	5.416.201	2.224.054	-58,9

Fuente: INE (2022b).
Nota: Pollos incluye gallos, gallinas, pollas y pollos.

Foto: Daniela Madrazo O.

Por otro lado, el número total de trabajadores en el sector agrícola para el año agrícola 2020/2021 se concentra en las regiones de Maule (19,1%), O'Higgins (16,7%), Biobío (12,4%) y Valparaíso (11,7%). Se destaca, además, que en la región de Arica y Parinacota se concentra el 50,3% del trabajo agrícola permanente del país (Figura 26).

1.3.2.3 Pesca y acuicultura

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

Como se ve en la Figura 27, los desembarques totales en Chile sufrieron una fuerte baja el año 2020, dado el contexto de la pandemia del Covid-19. Pero esta cifra se recuperó inmediatamente, incluso superando las cifras pre-pandémicas para el periodo 2021-2023. Comparando al mes de diciembre del 2023, esta cifra representó una disminución del 3,6% respecto de la misma fecha del año anterior, pero es un 3,0% superior al promedio del quinquenio 2018 -2022 (3.602.720 toneladas) (SUBPESCA, 2024).

El desembarque artesanal e industrial a diciembre del año 2023, presentó que el 88,1% del desembarque total (ton) fue el grupo peces. Por parte de los recolectores de orilla, el grupo algas representó el 95,7% del desembarque, y este mismo grupo contó con el 86,7% del desembarque de áreas de manejo (SUBPESCA, 2024).

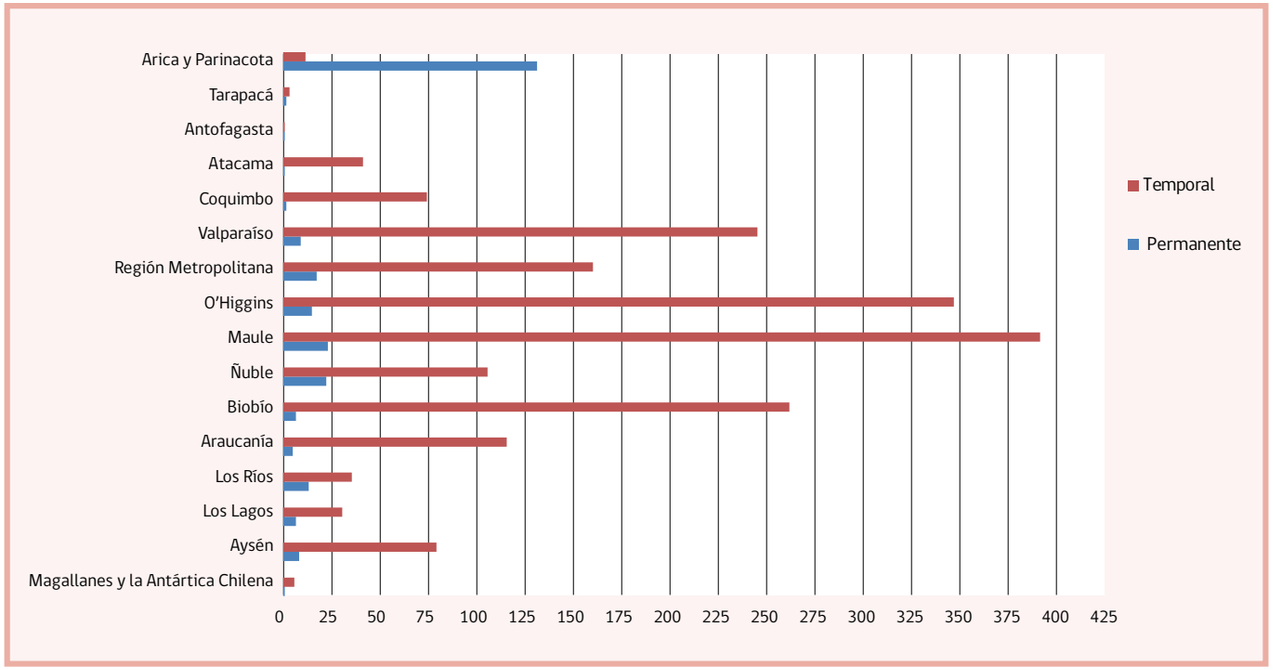


Figura 26. Población trabajadora en el sector agrícola para el año agrícola 2020/2021 (en miles de trabajadores) por cada región.

Fuente: elaboración propia en base a INE (2022b).

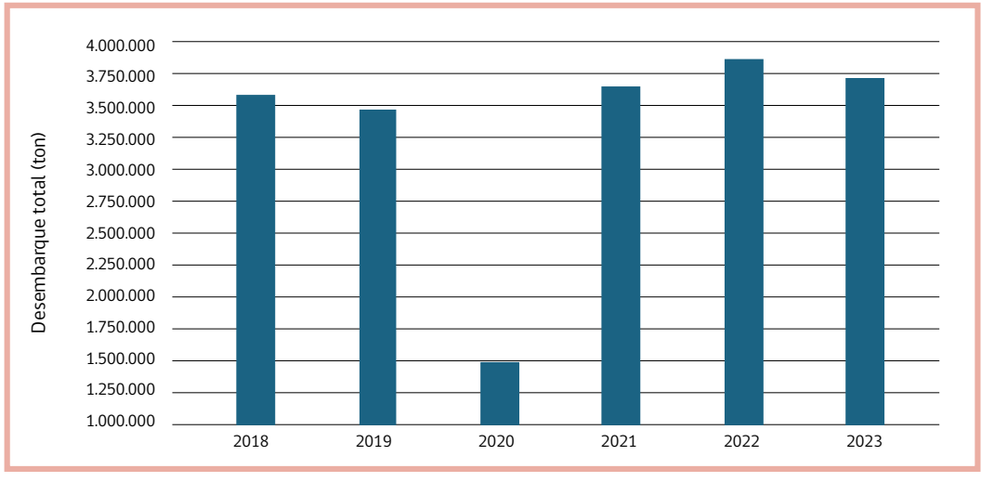


Figura 27. Desembarque total a diciembre 2022 -2023 (toneladas).

Fuente: elaboración propia en base a SUBPESCA (2024).

Por el lado de las exportaciones (Figura 28), las pesqueras y acuícolas acumuladas a diciembre del año 2023 valorizaron un total de 8.980.734 miles de dólares FOB, que representó un superávit de un 1,7% respecto del mismo mes de 2022 y de un 25,2% superior al promedio del quinquenio 2018-2022 (7.173.847 miles de dólares FOB) (SUBPESCA, 2024). En cuanto a los tipos de recursos exportados del sector pesquero y acuícola, el 75,4% del valor total de las exportaciones correspondió a salmónidos y el 12,8% a otros peces, seguido por el grupo de moluscos (5,1%), algas (3,6%), otros (1,7%) y crustáceos (1,4%) (SUBPESCA, 2024).

Además de los tipos de recursos exportados se registran también líneas de elaboración, donde el volumen exportado fue liderado por la línea de congelado con el 50,0% del total (4.491.122 miles de dólares FOB), luego fresco refrigerado con el 34,1% (3.059.205 miles de dólares FOB) y harina con el 5,3% (478.164 miles de dólares FOB) (SUBPESCA, 2024).

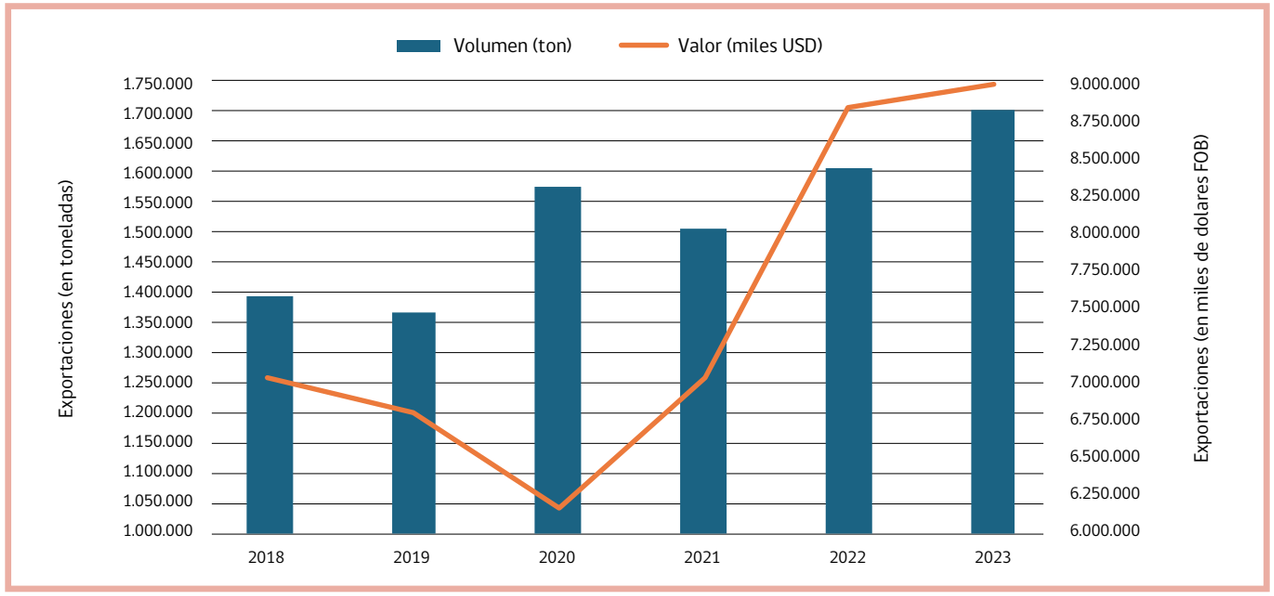


Figura 28. Volúmenes y divisas exportadas a diciembre 2022 -2023 (toneladas).
Fuente: elaboración propia en base a SUBPESCA (2024).

Uno de los fenómenos que afecta a las costas de Chile y que ha tenido un incremento en las últimas décadas, impactando principalmente fiordos y canales en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, son los episodios catastróficos de floraciones algales nocivas (FAN), conocidas comúnmente como marea roja[8]. Estos episodios no solamente impactan en la salud humana a través de intoxicaciones por consumo de mariscos contaminados durante estos eventos, dependiendo de la magnitud del evento FAN y de las respuestas que se implementen, se pueden desencadenar severas pérdidas económicas, especialmente en actividades como la pesca artesanal, la recolección de orilla, la pesca industrial, la acuicultura, el turismo y todos los ámbitos que, de una manera u otra, dependen del mar (Mascareño et al., 2018; Araos et al., 2019; Díaz et al., 2019). Es por esto que el trabajo de prevención y monitoreo es clave para seguir reduciendo el riesgo de intoxicaciones y muertes que aún ocurren por estos eventos.

Foto: Nicolás Smith D.

[8] Las floraciones de algas nocivas (FAN) son eventos naturales que ocurren cuando determinadas especies del fitoplancton que habita en los ecosistemas acuáticos, lagos u océanos, aumentan rápidamente su abundancia, pudiendo afectar la salud humana, a los organismos que allí habitan, ya múltiples actividades económicas o sociales (por ejemplo, la acuicultura y el turismo), entre muchos otros impactos. Este fenómeno es muy reconocible a simple vista, ya que los pigmentos de las microalgas tiñen las aguas de diferentes colores, como verde, café o rojo, entre otros, siendo este último el que más se asocia a las FAN; de ahí que coloquialmente se habla de "marea roja" y se utilice este concepto como sinónimo de FAN, aunque no sean exactamente lo mismo (Ugarte et al., 2022).

Durante el año 2019, el costo anual del monitoreo de fitoplancton y toxinas alcanzó alrededor de 7 millones de dólares (Mardones et al., 2020). Este monitoreo es el que activa el programa FAN del Ministerio de Salud de Chile, determinando las clausuras y cierres de zonas costeras y la fiscalización de productos potencialmente contaminados. Si esto no se realizara, la cantidad de intoxicaciones aumentaría dramáticamente con costos estimados de hasta $32,8 millones de dólares, aproximadamente. De hecho, nuestro país tiene la tasa de intoxicación y muertes más alta de Latinoamérica (Sunesen et al., 2021).

1.3.2.4 Minería

La minería es una de las actividades económicas más importantes en Chile, ya que cuenta con grandes reservas de minerales. Se destaca la producción y exportación de cobre, donde Chile alcanza el primer lugar a nivel mundial en producción de metal con un 24,5% de participación. Además del cobre, Chile se posiciona en el segundo lugar en molibdeno con un 16,9% y el cuarto lugar en plata con un 5,4%. Asimismo, conservó el primer lugar en la producción de yodo, con un 73% de la producción mundial, y el segundo lugar en litio con un 23,1%.

En términos del PIB nacional, la minería representa el 11,9% de acuerdo con la producción 2023 de minerales metálicos y rocas y minerales industriales, así como una participación de 8,7% de la minería del cobre en ese porcentaje, basada en una producción de 5.372.694 toneladas métricas finas en dicho año (Sernageomin, 2024).

En cuanto a las exportaciones del sector a nivel nacional, el cobre, en particular, es la principal fuente de ingresos de exportación. Las empresas mineras exportan grandes volúmenes de cobre a mercados como China, Estados Unidos y la Unión Europea.

En términos de la fuerza laboral, el sector minero genera empleo directo e indirecto para cientos de miles de personas. Además de los empleos directos en las minas, existe una gran cantidad de trabajos en sectores relacionados, como la construcción, el transporte y los servicios. En 2023, la dotación de las faenas mineras experimentó un aumento en comparación con el año anterior (Figura 29). La dotación promedio aumentó un 5,8% respecto del año anterior. En mayo de 2023, se alcanzó el *peak* de dotación en la industria minera, con 339.014 trabajadores a nivel nacional. En la misma línea y como consecuencia del aumento de la dotación promedio anual, se registró un incremento en la dotación de mujeres, con un 11% más respecto del año anterior, alcanzando a 36.292 trabajadoras. Por otra parte, la dotación de hombres también aumentó un 5,2%, llegando a un total de 293.001 trabajadores (Sernageomin, 2024).

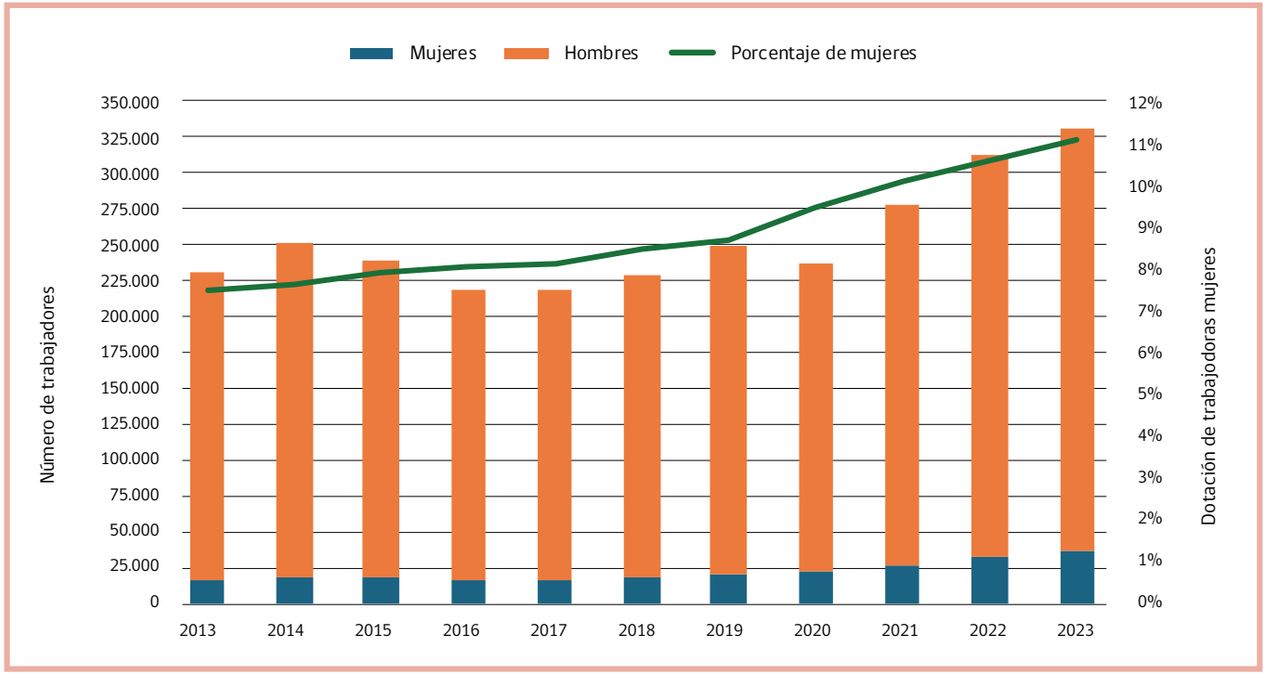


Figura 29. Número de trabajadores y trabajadoras en faenas mineras, por género y dotación de trabajadoras, años 2013 -2023.
Fuente: elaboración propia en base a Sernageomin (2024).

Por parte de los desafíos que enfrenta el sector en materias de mitigación y adaptación al cambio climático, la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455) establece que el Ministerio de Minería de Chile es el responsable de crear, implementar y actualizar el Plan Sectorial de Cambio Climático, en el cual se establecen acciones necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y adaptarse a los impactos del cambio climático en el sector, apuntando al cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) (Minminería, 2024).

Como se presenta en la Tabla 11, la producción de cobre en el año 2023 (5.372.694 tmf [9]) no experimentó mayor variación respecto del año 2022 (5.376.631 tmf), el molibdeno por su lado experimentó una disminución de 3,2% en el año 2023 (44.127 tmf) respecto de 2022 (45.551 tmf) y la plata también disminuyó en 0,9% en el mismo periodo (2023: 1.262.287 kg; 2022: 1.274.363 kg). La producción de oro en 2023 (35.790 kg) disminuyó un 15,6% respecto de 2022 (30.966 kg), a diferencia del hierro que aumentó un 3,5% (pasando de 11.059.801 tmf a 11.443.370 tmf). Por último, el plomo y el zinc también presentaron disminuciones del 28,9% (de 457 tmf a 325 tmf) y 8,4% respectivamente (de 24.092 tmf a 22.095 tmf) (Sernageomin, 2024).

Tabla 11. Producción de minerales metálicos periodo 2020-2023.

Material	2020	2021	2022	2023
Cobre (millones de t)	5,8	5,6	5,4	5,4
Molibdeno (miles de t)	59,3	49,4	45,6	44,1
Oro (miles de kg)	33,9	34,2	40,0	35,8
Plata (millones de kg)	1,6	1,4	1,3	1,3

Continuación tabla 11

Material	2020	2021	2022	2023
Hierro (millones de kg)	9,9	11,2	11,1	11,4
Plomo (miles de kg)	1,4	0,4	0,5	0,3
Zinc (millones de kg)	28,7	27,9	24,1	22,1

Fuente: elaboración propia en base a Sernageomin (2024).

Además de la Minería Metálica, en Chile se explotan Rocas y Minerales Industriales (RMI) o Minerales No Metálicos (MNM), que corresponden a una amplia gama de minerales, rocas y sedimentos, además de algunos materiales sintéticos, que son utilizados como materia prima y/o aditivos, previamente procesados o no, en la elaboración de insumos y productos finales con valor agregado, en diversas actividades productivas y de servicio, aprovechando sus propiedades físicas y/o químicas. Estos son utilizados principalmente en sectores industriales como: químico, minero metalúrgico, construcción y obras civiles, manufacturero, agroindustrial y aeroespacial, así como en el cuidado del medio ambiente, convirtiéndose en importantes recursos minerales para el desarrollo económico y bienestar de la población (Sernageomin, 2024).

Como se observa en la Tabla 12, los recursos con una producción significativa que indica un mayor crecimiento entre 2022 y 2023, son sulfato de cobre, rocas fosfóricas, rocas ornamentales y zeolita de gran importancia en diversas actividades de los sectores químico, minero-metalúrgico, manufacturero y agroindustrial del país (Sernageomin, 2024).

Tabla 12. Producción de Rocas y Minerales Industriales. Variación Porcentual 2022-2023 y Metálicos 2020-2023.

Rocas y Minerales Industriales	2022 (t)	2023 (t)	% Variación
TOTAL	25.626.170	26.326.606	2,7
Arcillas	104.036	107.804	3,6
Carbonato de Calcio	4.954.658	6.036.595	21,8
Cloruro de Sodio	10.501.352	10.721.181	2,1
Compuestos de Azufre	4.081.692	3.849.809	-5,7
Compuestos de Boro	421.935	450.239	6,7
Compuestos de Litio	303.241	302.457	-0,3
Compuestos de Potasio	1.071.641	1.177.670	9,9
Diatomita	24.279	17.319	-28,7
Dolomita	38.496	23.301	-39,5
Feldespato	-	28	100,0
Nitratos	843.322	722.940	-14,3
Perlita	-	1.997	100,0
Pumicita	725.085	534.056	-26,3
Recursos Silíceos	1.541.137	1.471.367	-4,5
Rocas Fosfóricas	3.346	9.780	192,3
Rocas Ornamentales	552	1.078	95,3
Sulfato de Cobre	9.092	40.781	348,5
Turba	2.547	2.497	-2,0
Yeso	978.846	832.770	-14,9
Yodo	20.616	22.437	8,8
Zeolita	297	500	68,4

Fuente: elaboración propia en base a Sernageomin (2024).

[9] Toneladas Métricas Finas.

La minería ha sido fundamental para el desarrollo de regiones específicas de Chile, como Antofagasta y Atacama, promoviendo el crecimiento económico local y la infraestructura. En particular, la extracción del cobre se concentra en la macrozona norte del país, pero de igual forma se encuentran yacimientos hasta la macrozona centro. En la Figura 30 se observa que la región con mayor producción de cobre es Antofagasta, donde se registró el 56% de la producción del país del año 2023.

1.3.2.5 Transporte

El sector transporte juega un rol clave en el desarrollo económico y social en Chile, ya que es crucial para el comercio, la movilidad de personas y bienes, así como en la economía en general.

En cuanto al PIB del sector transporte en Chile, este ha presentado un crecimiento sostenido, impulsado principalmente por el transporte terrestre y el marítimo, pero su participación relativa en términos del porcentaje sobre el PIB nacional (para el año 2023) ha sido menor a los valores pre-pandemia del Covid-19 (Figura 31) (Banco Central de Chile, 2024a).

La infraestructura y redes de transporte son fundamentales para el funcionamiento del sector. Se destaca la infraestructura vial, ya que Chile posee una de las redes más consolidadas de América Latina, permitiendo conectar fluidamente las capitales regionales y las principales ciudades y localidades del país vía terrestre (Minrel, s.f.). En relación con las conexiones aéreas y marítimas, el aeropuerto de Santiago es uno de los que posee mayor número de vuelos directos hacia los principales centros de negocios de la región, además existen numerosos puertos ubicados a lo largo del país: desde Arica, Iquique, Antofagasta y Coquimbo en el norte, Valparaíso y San Antonio en la zona centro y San Vicente, Puerto Montt y Punta Arenas en el sur.

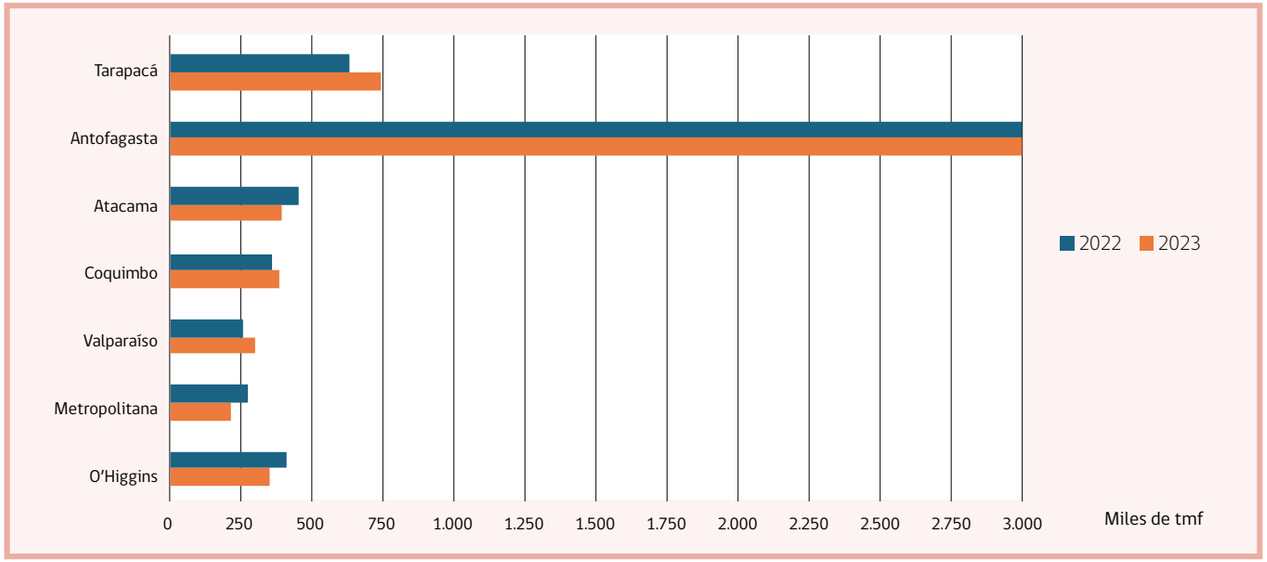


Figura 30. Distribución de la producción de cobre (miles de toneladas métricas finas) por región, años 2022 -2023.

Fuente: elaboración propia en base a Sernageomin (2024).

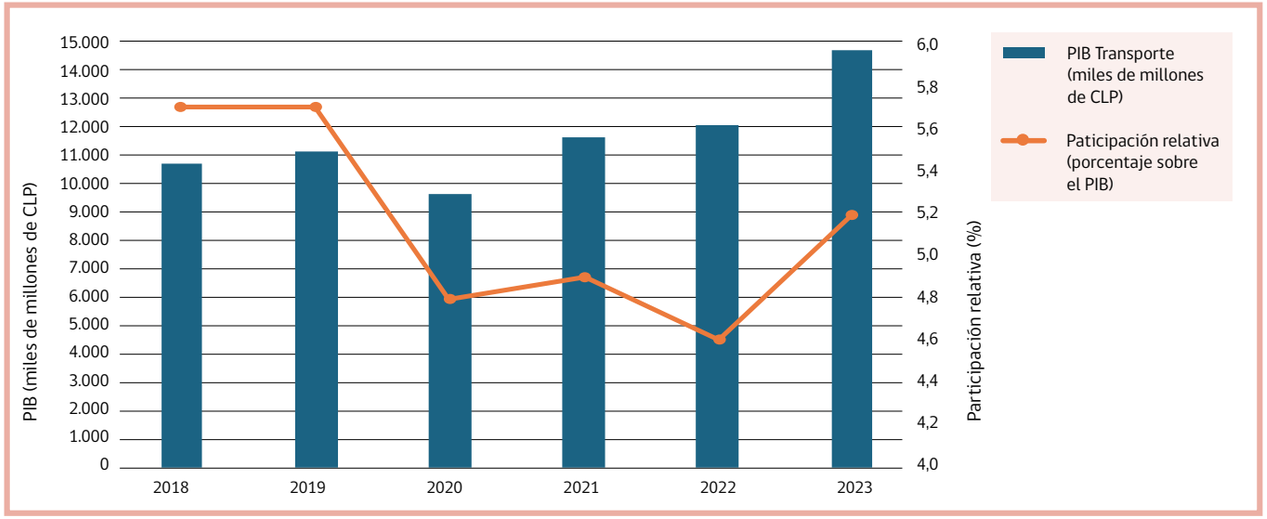


Figura 31. PIB del sector transporte (a precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018 y en miles de millones de pesos) y participación relativa (porcentaje sobre el PIB), años 2018 -2023.

Fuente: elaboración propia en base al Banco Central de Chile (2024a).

La carga movilizada por los distintos medios de transporte ha permanecido relativamente constante en general. Sin embargo, tanto el transporte ferroviario como el marítimo han mostrado dos años consecutivos de disminución en comparación con el año anterior. Como se observa en la Figura 32, la carga movilizada por ferrocarril en 2023 disminuyó un 3,6% respecto de 2022 (MTT, 2024a), mientras que en el transporte marítimo la reducción fue del 8,5% en el mismo periodo (DIRECTEMAR, 2024).

En cuanto al transporte aéreo, la carga movilizada ha tendido al alza los últimos 10 años, aunque por motivos de pandemia presentó una disminución el año 2020 respecto del año anterior, de igual forma el año 2023 mostró un aumento del 0,7%. En tanto, en el número de pasajeros transportados, se aprecian tendencias similares que en las cargas, en donde antes de la pandemia se veía un crecimiento constante, aun así, durante los últimos 3 años se ha visto un incremento considerable, llegando casi a cifras pre-pandémicas similares (ver Figura 33). El año 2023 cerró con un incremento del 22,6% respecto de 2022 en relación con el número de pasajeros (MTT, 2024b).

Por otro lado, el sector transporte es una fuente importante de empleo en Chile, abarcando desde conductores y operadores de maquinaria hasta trabajadores en logística y gestión. Esto contribuye tanto al empleo directo como indirecto, generando un impacto positivo en la economía local y nacional. En la Figura 34 se aprecia el efecto de la pandemia en el número de ocupados en el sector, y también se ve su recuperación en los años posteriores. El año 2023 mostró un aumento de un 5,0% en el número de ocupados respecto de 2022. Además, el año 2023 el porcentaje de personas ocupadas en el sector transporte respecto al número de ocupados a nivel nacional alcanzó un 6,3%, que es mayor a lo mostrado en el año 2022 (6,2%) (BCC, 2024c).

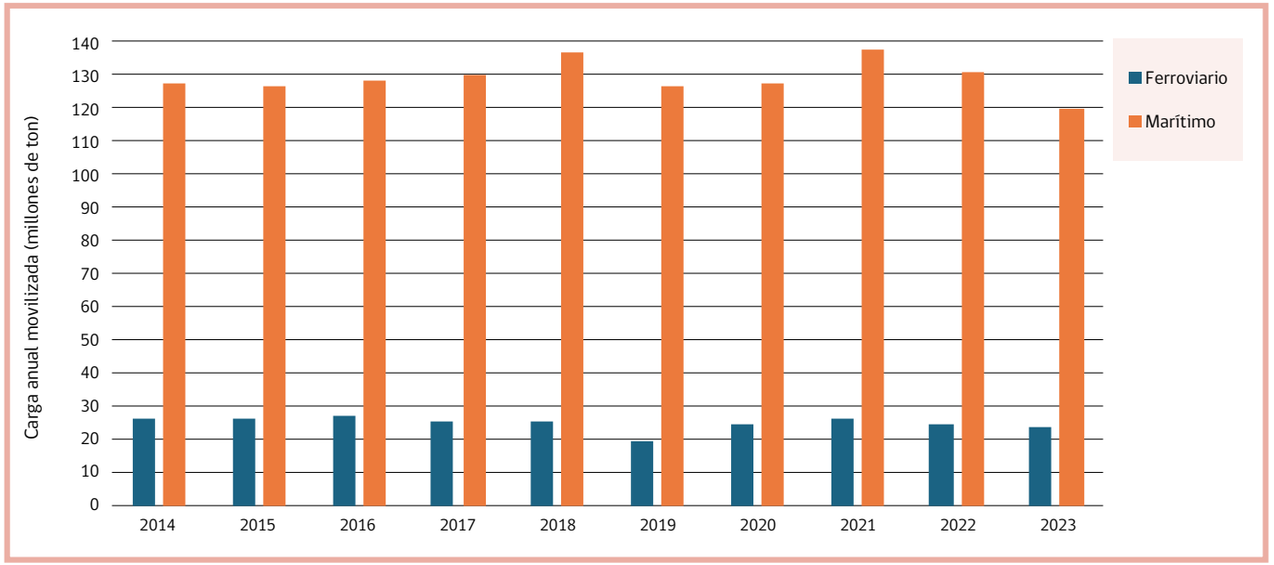


Figura 32. Carga anual movilizada por tipo de transporte (en millones de ton), años 2014-2023.

Fuente: elaboración propia en base a MTT (2024a) y DIRECTEMAR (2024).

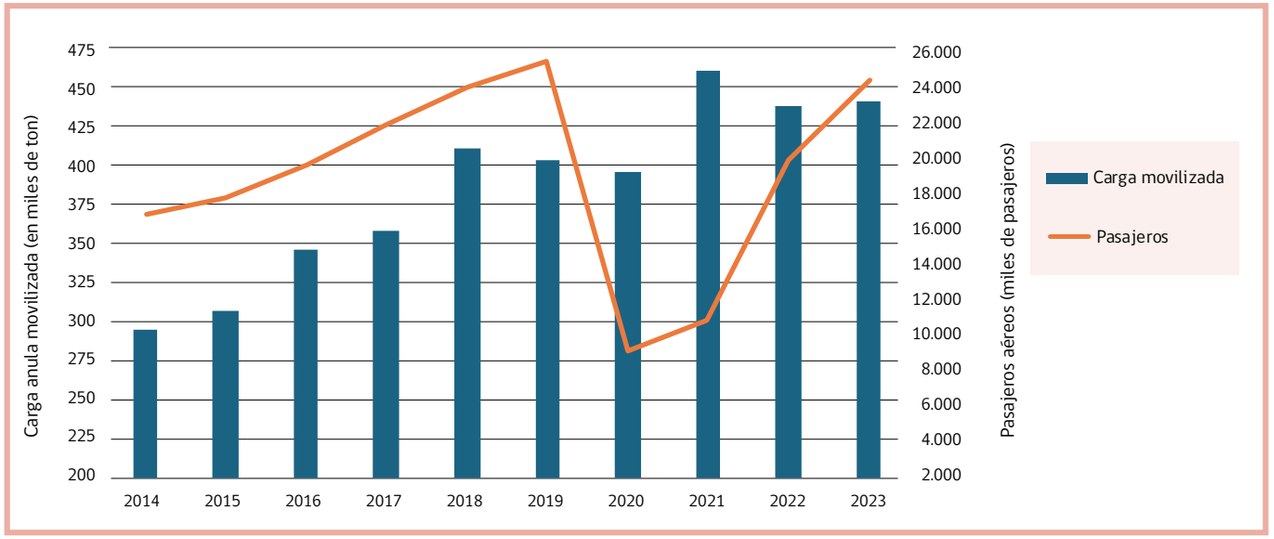


Figura 33. Carga anual movilizada aérea (miles de ton) y número de pasajeros (miles de pasajeros), años 2014-2023.

Fuente: elaboración propia en base a MTT (2024b).

En cuanto al parque automotriz de Chile, el año 2022 (6,3 millones de vehículos) presentó un aumento del 2,5% del total de vehículos a nivel nacional respecto del año 2021 (6,1 millones de vehículos). Como se observa en la Figura 35, predomina el número de vehículos de uso particular y otros en todas las regiones del país. Los siguen los vehículos de carga y por último los vehículos colectivos (INE, 2023).

Por último, el sector transporte presenta una serie de desafíos y oportunidades que son claves para la planificación y generación de instrumentos y políticas. Uno de estos es alcanzar la carbono neutralidad del país al 2050 a través de las estrategias de la NDC, por lo cual es clave el rol que puede tomar la electromovilidad para lograr estas metas propuestas. En términos de venta de vehículos eléctricos, las cifras van al alza en Chile. Los vehículos eléctricos que circulaban en 2020 alcanzaban las 1.791 unidades, mientras que, en junio de 2023, esta cifra llegó a las 6.812 unidades (Minenergía y MTT, 2023). Este es un aumento importante en el contexto nacional, pero aún queda bastante para completar las metas. De hecho, se plantea que al año 2050 el 40% del total de parque de vehículos particulares sea cero emisiones, además del 100% del transporte público (buses, taxis y colectivos). Durante 2022, el Ministerio de Energía y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones presentaron la Mesa para el Avance de la Electromovilidad en Chile, con el objetivo de identificar acciones y medidas prioritarias para masificar el uso de este tipo de tecnología en nuestro país. La Mesa contó con la participación de diferentes actores de la electromovilidad en Chile, lo que abrió un diálogo en torno a las necesidades y posibles alternativas para superar las barreras existentes y acelerar la incorporación de movilidad eléctrica en las distintas regiones de nuestro país.

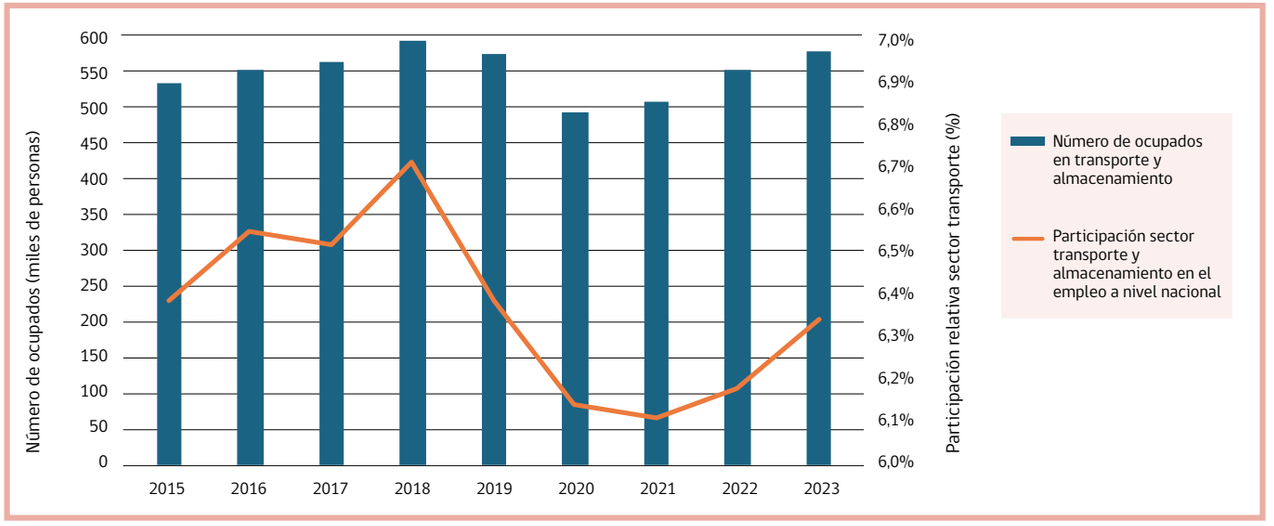


Figura 34. Número de ocupados en el sector transporte y almacenamiento (miles de personas) y participación sector transporte y almacenamiento en el empleo a nivel nacional (%), años 2015-2023.

Fuente: elaboración propia en base al Banco Central de Chile (2024c).

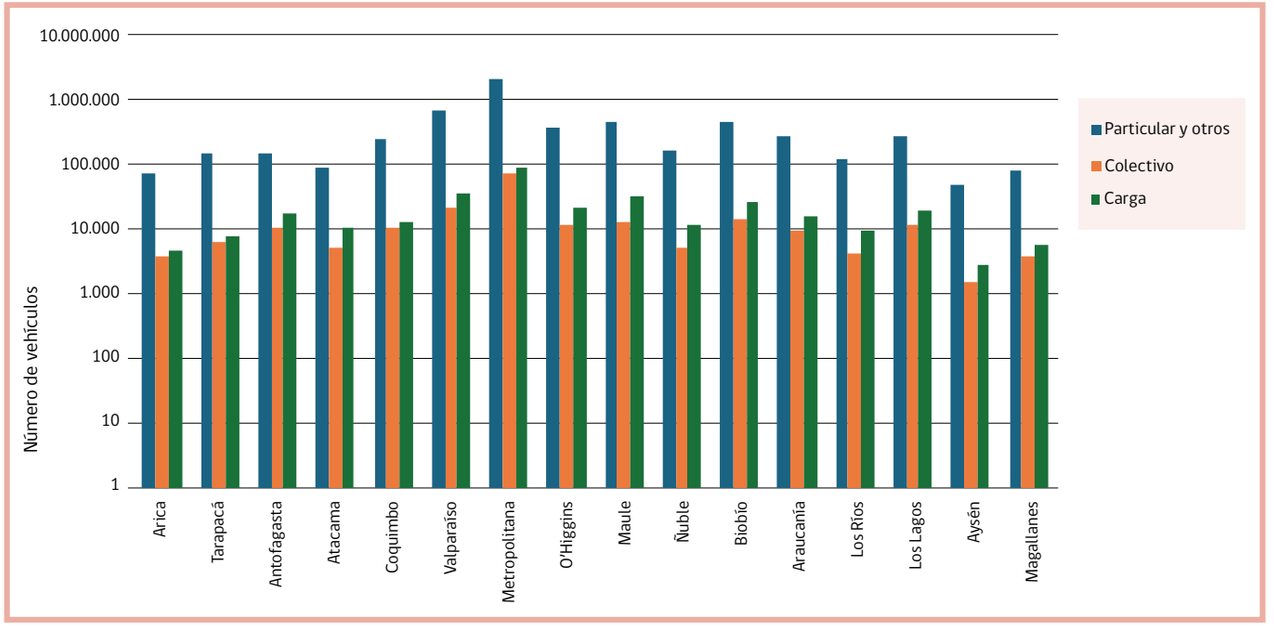


Figura 35. Parque automotriz (según permisos de circulación otorgados) por región y por uso, año 2022.

Fuente: elaboración propia en base a INE (2023).

1.4 MARCOS LEGALES, POLÍTICOS Y REGULACIONES

1.4.1 Compromisos internacionales

Desde su adhesión a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1994, Chile ha abordado el cambio climático como una política de Estado, con un enfoque proactivo en las negociaciones internacionales y un compromiso creciente en la política pública. Entre sus principales hitos está la ratificación del Protocolo de Kioto en 2005, la Enmienda de Doha en 2015, así como la firma y ratificación del Acuerdo de París en 2015 y 2017, respectivamente, cuyo objetivo es limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C, con el ideal de no superar los 1,5°C.

Chile también es parte de otros acuerdos ambientales clave, como el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD), la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, el Acuerdo sobre la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Marina (BBNJ), la Convención Ramsar sobre Humedales, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y el Acuerdo de Escazú sobre acceso a información ambiental.

En los últimos años, Chile ha mostrado liderazgo en la actualización de sus compromisos y la creación de políticas innovadoras, participando activamente en foros internacionales y promoviendo mayor ambición en compromisos de mitigación y adaptación climática. Esto incluye el cumplimiento de obligaciones de transparencia y la participación en instancias internacionales vinculadas a la CMNUCC, entre otros compromisos climáticos globales.

1.4.1.1 Actualización de los compromisos de Chile y participación en las negociaciones internacionales

Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través de su División de Cambio Climático, está al frente del proceso de actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC). Según el Acuerdo de París, este proceso debe realizarse cada cinco años a partir de 2020. La primera Contribución Nacional tentativa de Chile fue publicada en 2015. Tras la ratificación del Acuerdo de París, esta se convirtió en la contribución oficial del país, marcando un hito en su compromiso con la acción climática global. Sucesivamente, un primer proceso de actualización comenzó en 2017, entregando el documento actualizado en marzo de 2020 ante la CMNUCC y cumpliendo así con los plazos establecidos en dicho Acuerdo.

En respuesta al llamado internacional para aumentar la ambición climática en 2021, Chile presentó un anexo de fortalecimiento de su NDC actualizado en 2022 (Gobierno de Chile, 2022). Los elementos principales de la NDC se detallan en la Sección 3.4.2.4. Actualmente, Chile ha iniciado el proceso de actualización, que será entregada en 2025 en acuerdo con los plazos definidos por la Convención.

Compromisos de transparencia

En la 2ª Conferencia de las Partes (COP 2), celebrada en 1996 en Ginebra (Suiza), se acordó que los países en desarrollo debían presentar sus primeras comunicaciones nacionales a la Convención dentro de un plazo de tres años a partir de la ratificación. De acuerdo con el acuerdo suscrito en la COP16, realizada en 2010 en Cancún (México), desde 2016, Chile presenta sus comunicaciones nacionales cada cuatro años.

En ese marco, en el año 2021 Chile presentó su 4ta Comunicación Nacional. En esta se entregó información sobre las circunstancias nacionales, medidas de mitigación, así como su vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, Otra Información Relevante para el logro de los objetivos de la Convención, además de Necesidades y Apoyo Recibido en materia de Cambio Climático.

Por otro lado, Chile como país no-anexo I, ha tenido que presentar sus Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a través de sus Comunicaciones Nacionales cada cuatro años y sus Informes Bienales de Actualización (IBA) cada dos años desde 2014. El país ha cumplido con la entrega de cinco IBA en los años 2014, 2016, 2018, 2020 y 2022, incluyendo los correspondientes reportes de inventario.

El Quinto Informe Bienal de Actualización (5IBA) no sólo documenta la acción climática en mitigación de GEI, sino que también incluye información adicional sobre el seguimiento de los compromisos de la Contribución Nacional Determinada (NDC) y la proyección de emisiones de GEI. Asimismo, refleja la coordinación entre instituciones nacionales, regionales y comunales, así como la participación del sector privado.

El informe actualiza el Inventario Nacional de GEI hasta el año 2020, mostrando un balance de 55.825 kt CO_2eq, un 4% menos que en 2018. Además, reporta avances en la implementación de políticas y acciones de mitigación del sector público y privado, junto con las necesidades del país para cumplir con sus compromisos climáticos.

Con la publicación del 5IBA, Chile reafirmó su compromiso con la transparencia en la información sobre cambio climático, siendo el segundo país en publicar cinco informes dentro del plazo establecido.

A partir de 2024, Chile implementa el Marco Reforzado de Transparencia, establecido como parte del Acuerdo de París, el que a partir del 2024 requiere reemplazar el IBA por el Informe Bienal de Transparencia (IBT) (CMNUCC, 2023). Esto introduce nuevos requisitos para reportar los avances en acción climática, los que Chile cumple en su actual comunicación.

Otros compromisos y acuerdos firmados por Chile en la esfera internacional

Además del cumplimiento de los procesos formales asociados con el Acuerdo de París, Chile ha sido también muy activo en impulsar el aumento de ambición y aceleración de la acción en materia climática[10].

Más recientemente, Chile ha sido muy activo en el ámbito de las negociaciones internacionales de la UNFCCC, destacándose el rol tomado por su actual ministra de Medio Ambiente como co-facilitadora de las negociaciones internacionales en materia de Pérdidas y Daños (COP27) y Meta Global de Adaptación (COP28).

Sumado a lo anterior, Chile ha adoptado distintos compromisos no vinculantes o participaciones en acuerdos voluntarios, tales como, la iniciativa CHAMP (Coalition For High-Ambition Multilevel Partnerships), el Santiago Network para la asistencia técnica en materia climática o el Global Methane Pledge, entre otros.

[10] En ocasión de su presidencia de la COP25 en 2019, el UN Climate Change High-Level Champion de Chile, nominado por la Presidencia, fue central junto con su contraparte de UK en crear el Climate Champions Team, cuerpo internacional dedicado a movilizar la acción privada y no estatal en materia climática en todo el mundo, y que hasta el día de hoy tiene una fuerte presencia de nuestro país por medio de la Universidad de Chile (secretaría técnica de la Campaña Race to Resilience).

1.4.2 Políticas nacionales, subnacionales y sectoriales de cambio climático

Además de su cumplimiento de acuerdos internacionales, el compromiso de Chile en términos de cambio climático y con el medio ambiente en general, queda atestiguado por los numerosos instrumentos de política pública que el país ha promulgado a lo largo de los años. Estos instrumentos se acompañan de una institucionalidad climática que ha ido sofisticándose a lo largo del tiempo, adoptando un enfoque policéntrico y multinivel, con instancias tanto nacionales, con un enfoque multisectorial, como subnacionales (Moraga y Araya, 2015; Arriagada et al., 2018; Vicuña et al, 2019).

En los últimos años, esta institucionalidad y los instrumentos de gestión del cambio climático se han ulteriormente reforzado gracias a la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) (Ley 21.455) y sus sucesivos reglamentos, los que definen un nuevo marco de accionar para el Estado y sus distintas instituciones y a la vez, impulsan un nuevo y ambicioso ciclo de actualización para todos los instrumentos de planificación y gestión que Chile ya tenía, a la vez que los complementan con nuevos dispositivos, en pro de una mirada integral y multinivel de la acción climática en el país. A continuación, se provee primero información respecto de dicha Ley y el nuevo marco institucional y de gestión que define, para luego ahondar sobre los distintos instrumentos que esta prevé, evidenciando los eventuales cambios respecto de la anterior normativa y cómo aquellos se han ido actualizando en los tiempos recientes.

1.4.2.1 Ley Marco de Cambio Climático

El avance más significativo en normativa climática de Chile es la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), promulgada en 2022. Tras un proceso de deliberación y consulta pública, la LMCC establece un marco jurídico para abordar el cambio climático a largo plazo. Abarca mitigación, adaptación y creación de capacidades, buscando fortalecer la gobernanza nacional para cumplir con el Acuerdo de París, que busca limitar el aumento de temperatura global y construir sociedades resilientes ante los riesgos del cambio climático.

La Ley fija como meta nacional "transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero y otros forzantes climáticos, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2050, adaptarse al cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia" (Art. 1). Asimismo, define principios claros y exhaustivos que debieran guiar la acción climática, incluyendo: a) científico (decisiones basadas en la mejor información científica disponible); b) costo-efectividad (considerando dimensiones económicas, sociales y ambientales; y costos de la inacción); c) enfoque ecosistémico (conservación de ecosistemas y diversidad biológica); d) equidad y justicia climática (con enfoque de género y especial énfasis en sectores, territorios, comunidades y ecosistemas vulnerables); e) no regresión (no retroceder en los niveles de protección ambiental alcanzados); f) participación ciudadana (tanto a nivel nacional, como regional y local); g) precautorio (falta de certeza científica no posterga la acción); h) preventivo (prever y evitar los efectos adversos del cambio climático); i) progresividad (avanzar gradualmente con el fin de cumplir con el objetivo de la ley); j) articular diversidad territorial con coherencia nacional); k) urgencia climática (considerar el escaso margen de tiempo existente); l) transparencia (acceso oportuno y adecuado a la información); m) transversalidad (participación coordinada de todos los niveles de gobierno y

actores no estatales); n) coherencia (potenciar sinergias y evitar contradicciones entre instrumentos); o) flexibilidad (incorporar nuevas medidas en función de lecciones aprendidas, nuevos conocimientos científicos y necesidades) (MMA, 2022d).

Asimismo, la Ley establece instrumentos para la gestión del cambio climático, con una clara jerarquía normativa que une distintos instrumentos a lo largo todos los niveles de gestión, con un enfoque multinivel e intersectorial. A nivel nacional, el instrumento de mayor jerarquía es la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). Este instrumento, reconocido también en el Acuerdo de París, define los lineamientos generales que Chile seguirá de manera transversal e integrada, con un horizonte de 30 años para cumplir con los objetivos de la ley. La ECLP tiene la función de proveer un marco estratégico para la implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), instrumento que recoge los compromisos de Chile ante la comunidad internacional para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero e implementar medidas de adaptación, conforme a lo dispuesto por el Acuerdo de París y la Convención. Además, la ECLP establece los hitos y metas intermedias necesarios para alcanzar los objetivos a largo plazo de la NDC.

Para cumplir la ECLP y la NDC, se establecen sucesivamente distintos instrumentos de planificación para la acción climática, los que se estructuran con una lógica multinivel, para los niveles sectorial (nacional), regional, y municipal. Todos estos planes son obligatorios y vinculantes, además contienen elementos de mitigación, adaptación y fomento de capacidades (excepto los planes de nivel comunal, para los que el componente de mitigación es opcional). Adicionalmente, la LMCC establece también, en conjunto con la simultánea reforma al Código de Aguas de Chile, los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas, cuyo objetivo principal es contribuir a la gestión y seguridad hídrica del país.

En contrapartida a estos instrumentos de planificación, se establecen mecanismos de Monitoreo, Reporte y Verificación, lo cual se sustenta por medio del Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático (RANCC). Este contiene las políticas, planes, programas, normas, acciones y medidas, ya sea que estén contempladas en instrumentos de gestión del cambio climático o propuestas por otros organismos públicos, con el objetivo de monitorear y evaluar su estado de avance a corto plazo (LMCC, 2022).

Finalmente, la LMCC establece también mecanismos transversales de apoyo a la implementación especialmente en materia de gestión y acceso a la información y financiamiento.

En los apartados siguientes, se provee más detalle sobre los principales instrumentos, focalizándose en aquellos que ya se han estado implementando, indicando su estado actual y contenidos principales. El orden de presentación va desde lo nacional, pasando por lo subnacional, hasta llegar a los instrumentos transversales.

1.4.2.2 Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017–2022)

Antes de la promulgación de la LMCC, este Plan figuraba como uno de los instrumentos maestros en materia de cambio climático, planteándose como una herramienta de planificación y operación de corto o mediano plazo. En su última actualización (2017-2022), este Plan de acción contó con 16 objetivos específicos y 30 líneas de acción que se materializaron en 96 medidas, divididas en cuatro áreas de acción: adaptación, mitigación, medios de implementación y gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. Actualmente se encuentra descontinuado, dejando espacio a la nueva estructura de la Ley Marco de Cambio Climático, pero hasta el año 2022 aportó en la implementación efectiva de medidas que se identificaron para adaptarse al cambio climático, para la reducción de la vulnerabilidad del país, contribuyendo, al mismo tiempo, al cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). De esta manera, se continuaron generando capacidades en materia de cambio climático a nivel del gobierno nacional, gobiernos subnacionales, sector privado, academia, organizaciones ciudadanas y en la comunidad en general.

1.4.2.3 Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)

La Ley Marco de Cambio Climático, en su artículo 5°, compromete al país a elaborar y dar seguimiento a la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), coordinada por el Ministerio del Medio Ambiente. Su elaboración comenzó en paralelo con la discusión de la ley debido a la urgencia climática.

La ECLP y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) son los principales instrumentos de gestión climática, estableciendo objetivos y lineamientos a nivel nacional, sectorial y subnacional. La ECLP busca que todos los sectores y territorios incorporen el cambio climático en su gestión y planificación diaria, a corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos de la ECLP se alcanzarán mediante instrumentos de ejecución que incluyen acciones de mitigación y adaptación, así como aspectos de implementación, como los Planes Sectoriales y los Planes de Acción Regional y Comunal de Cambio Climático.

1.4.2.4 Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)

Chile, al igual que todas las Partes que han suscrito el Acuerdo de París, debe implementar las acciones necesarias para cumplir con los compromisos adquiridos en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) y así avanzar hacia un desarrollo inclusivo y sostenible. Estas contribuciones son los principales instrumentos que guían la acción climática, buscando

detener el aumento de la temperatura promedio global, aumentar la resiliencia del planeta y movilizar inversiones públicas y privadas hacia un desarrollo sostenible que equilibre las variables ambientales, sociales y económicas.

El 9 de abril de 2020, Chile presentó una nueva NDC con metas ambiciosas estructuradas en cuatro pilares: mitigación, adaptación, integración y, por primera vez, un pilar social que permea los otros tres. Esta nueva NDC se enfoca en dirigir el desarrollo del país hacia un modelo bajo en emisiones y resiliente al clima, poniendo especial atención en el impacto sobre la vida de las personas en sus territorios.

La actualización de la NDC se desarrolló a través de un proceso participativo amplio, transversal y multisectorial, buscando incorporar diversas perspectivas y visiones del país mediante distintos espacios de reflexión y encuentro en materia de cambio climático. El pilar social, específico sobre transición justa y desarrollo sostenible, guía la formulación e implementación de los compromisos incluidos en cada componente de esta actualización, destacando la vulnerabilidad de los grupos de población más expuestos y procurando una mayor equidad en la acción climática.

Chile modificó su NDC en 2022, comprometiéndose a detener el crecimiento de emisiones de metano hacia 2025 y avanzar hacia su disminución, fortaleciendo medidas en fuentes relevantes (Gobierno de Chile, 2022).

La elaboración de la NDC 2025 está en proceso, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática (ICAT). Se espera presentar un anteproyecto a consulta pública antes de fines de 2024 (MMA, 2024c).

1.4.2.5 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Chile posee un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) desde 2014, que establece lineamientos para acciones de adaptación, definiendo objetivos, metas e indicadores a nivel nacional. Su propósito es proteger a la población, sus derechos y los ecosistemas, permitiendo el seguimiento de avances y estableciendo prioridades sectoriales y regionales. Asimismo, se enfoca en garantizar el uso del agua para consumo humano, subsistencia y conservación de la biodiversidad.

La LMCC busca que el PNACC genere directrices para evaluar riesgos, pérdidas y daños del cambio climático, integrando políticas nacionales, sectoriales y regionales, promoviendo la sinergia entre mitigación y adaptación. Además, estandariza criterios de monitoreo, reporte y verificación de metas y medidas, asegurando transparencia, calidad y coherencia en los datos reportados.

El primer PNACC (2014) buscó fortalecer la capacidad de adaptación de Chile, generando acciones para minimizar efectos negativos y aprovechar los positivos. Se estableció su actualización quinquenal para incorporar nuevos conocimientos. Actualmente, el PNACC está en actualización, buscando superar barreras identificadas. Se espera fortalecer la gobernanza, generar evidencia para soluciones de adaptación, canalizar la participación del sector privado y aumentar el financiamiento para la adaptación.

1.4.2.6 Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación

A nivel sectorial, la LMCC obliga a elaborar planes de mitigación y adaptación con medidas y acciones concretas para cumplir la meta global del Acuerdo de París. La ley N°21.455 dispone en su artículo 17, que los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación podrán ser elaborados en un mismo procedimiento, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 8° y 9°, en caso de que correspondan a la misma autoridad sectorial. Los Planes Sectoriales de Mitigación definirán las acciones y medidas necesarias para reducir o absorber gases de efecto invernadero, asegurando que no se sobrepase el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad en la ECLP. Por su parte, los Planes Sectoriales de Adaptación establecerán las acciones y medidas para adaptar los sectores más vulnerables al cambio climático y aumentar su resiliencia, conforme a los objetivos y metas de adaptación establecidos en la ECLP. Se establecen 11 sectores que deberán elaborar dichos planes: Biodiversidad (MMA), Recursos hídricos (MOP), Infraestructura (MOP), Salud (Minsal), Minería (MinMinería), Energía (MinEnergía), Silvoagropecuario (Minagri), Pesca y acuicultura (Economía), Ciudades (Minvu), Turismo (Economía), Zona costera (Defensa y Transportes). Estos planes serán revisados y actualizados cada cinco años. Cabe mencionar que existen planes desde el año 2013: Silvoagropecuario (2013), Biodiversidad (2014), Salud (2015), Pesca y acuicultura (2016), Infraestructura (2017), Energía (2018), Ciudades (2018) y Turismo (2019).

1.4.2.7 Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas

La última modificación al Código de Aguas (2022) y la LMCC han incorporado los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) para avanzar hacia una gestión integrada y la seguridad hídrica, con enfoque en la adaptación al cambio climático (Álvarez-Garreton, et.al, 2023).

Los PERHC buscan contribuir a la gestión hídrica, estableciendo el balance hídrico y sus proyecciones. Además, diagnostican el estado de la información sobre cantidad y calidad del agua, infraestructura e instituciones involucradas, y proponen acciones para enfrentar efectos del cambio climático y garantizar la seguridad hídrica.

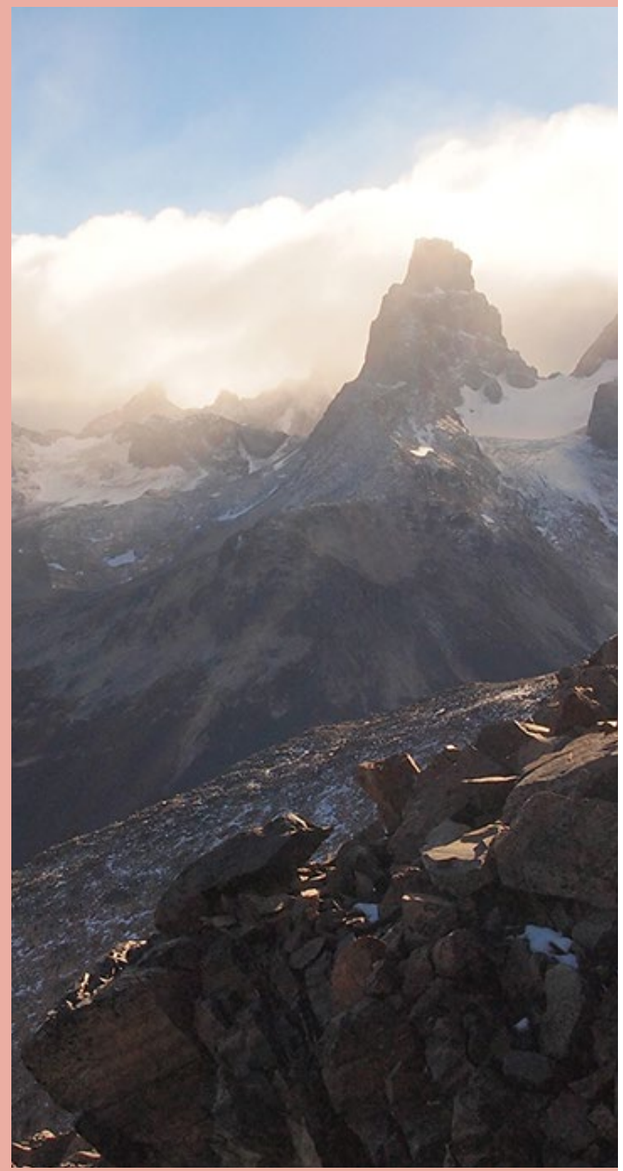


Foto: Nicolás Smith D.

La elaboración de estos planes está a cargo del MOP, en colaboración con el MMA, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, el Minrel (cuando se trata de cuencas transfronterizas) y los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) respectivos. Cada cuenca del país deberá contar con un PERHCs, el cual será de acceso público, revisado cada cinco años y actualizado cada diez años.

1.4.2.8 Planes de Acción Regional de Cambio Climático

Los PARCC son los primeros instrumentos de gestión climática enfocados en el nivel subnacional. De acuerdo a la Ley Marco de Cambio Climático «la elaboración de los Planes de Acción Regional de Cambio Climático corresponderá a los Comités Regionales para el Cambio Climático y tendrán por finalidad definir los objetivos e instrumentos de la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal, los que deberán ajustarse y ser coherentes con las directrices de la Estrategia Climática de Largo Plazo, los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, los planes comunales de mitigación y adaptación, así como los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas, cuando existan». Además, la ley establece contenidos mínimos que deben ser incorporados en los PARCC y por su parte, el Decreto N°16/2023 del Ministerio del Medio Ambiente reglamenta los procedimientos para su elaboración (Figura 36), implementación, seguimiento, evaluación y actualización.

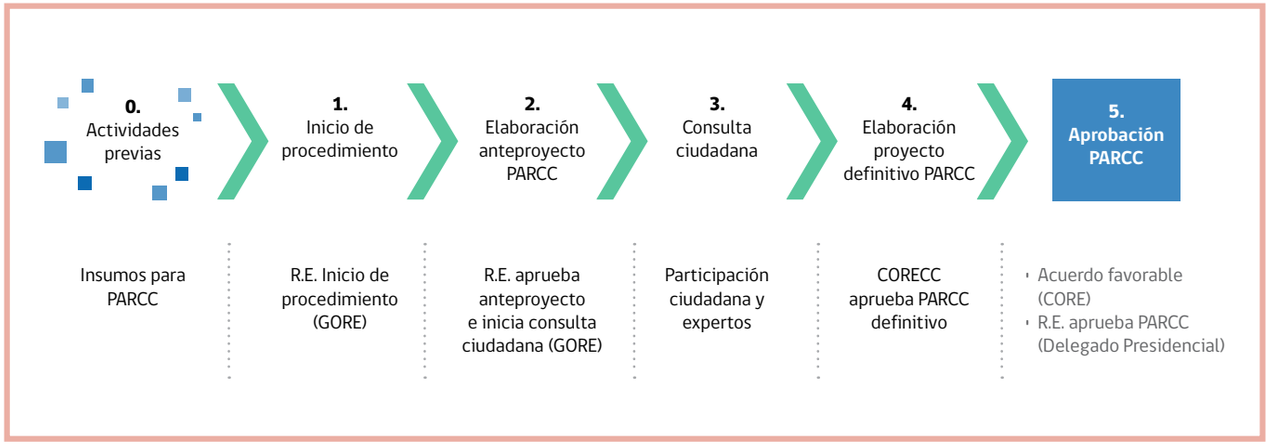


Figura 36. Etapas del procedimiento de elaboración de los PARCC.
Fuente: elaboración propia (MMA).

En cuanto al estado de avance, en la actualidad existen 4 planes aprobados y en etapa de implementación (Atacama, O'Higgins, Los Ríos y Los Lagos). En particular Los Ríos y Los Lagos, por haber sido los primeros PARCC aprobados, se encuentran además en proceso de reporte de seguimiento. El resto de las regiones poseen distintas etapas de avance, respecto de la elaboración de sus planes. En total son 10 las que ya iniciaron formalmente la elaboración de sus PARCC (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Coquimbo, Metropolitana, Maule, Biobío, La Araucanía, Aysén y Magallanes). De estas, destaca la Región Metropolitana, cuyo PARCC se encuentra en la última etapa antes de su aprobación final. En tanto, las regiones de Valparaíso y Ñuble aún se encuentran en actividades previas al inicio formal, recopilando insumos para la elaboración de sus PARCC (Tabla 13).

1.4.2.9 Planes Comunales de Cambio Climático

La LMCC también establece Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) para abordar los desafíos específicos de cada comuna. Los PACCC deben ser consistentes con las directrices generales establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y en los Planes de Acción Regional de Cambio Climático. Serán elaborados por los 345 municipios y el plazo máximo de elaboración es de tres años a partir de la fecha de publicación de la Ley Marco de Cambio Climático. El no cumplimiento de lo dispuesto por parte de los respectivos alcaldes, en el plazo mencionado, se sancionará con multa correspondiente a una remuneración mensual del respectivo alcalde (Art. 12, LMCC).

Los PACCC incluirán caracterización de vulnerabilidad local, medidas de mitigación y adaptación con fuentes de financiamiento, descripción detallada de acciones con plazos y responsabilidades, e indicadores de monitoreo y verificación alineados con la Estrategia Climática de Largo Plazo.

Tabla 13. Estado de avance de los PARCC (Actualizado a agosto de 2024).

Región	Financiamiento	Proceso formal Elaboración PARCC					Implementación	Seguimiento	Evaluación
		Etapa 1. Resolución de inicio	Etapa 2. Elaboración anteproyecto	Etapa 3. Consulta Ciudadana	Etapa 4. Aprobación Proyecto PARCC	Etapa 5. Resolución aprobación PARCC			
Los Ríos	Fondo Verde del Clima					N°81/2023			
Los Lagos						*N°223/2023*			
Atacama						N°447/2023		N/A	
O'Higgins						N°598/2023		N/A	
Metropolitana	GORE			N°2384/2023	N°504/2024				
La Araucanía	GORE-MMA	N°544/2024		N°1259/2024					
Antofagasta	EUROCLIMA+	N°235/2024		N°804/2024					
Magallanes		N°170/2024							
Maule	Fondo Verde del Clima	N°3038/2024							
Biobío									
Arica y Parinacota	MMA	N°135/2024							
Tarapacá		N°192/2024							
Coquimbo		N°226/2024							
Valparaíso									
Ñuble									
Aysén		43/2024							

Fuente: elaboración propia (MMA).

El MMA, junto con el PNUD publicaron una guía metodológica: "¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático? Guía metodológica para su formulación paso a paso", para la formulación de PACCC. Esta guía incluye información sobre ciencia del cambio climático, legislación, instrumentos financieros y acciones de mitigación y adaptación. La guía propone una planificación para la elaboración de los PACCC dividida en cinco etapas, 11 pasos y 36 actividades (PNUD, 2023).

Adicionalmente, el MMA y el BID elaboraron la "Hoja de Ruta para la Gestión Climática a Escala Comunal en Chile" (2024), ofreciendo estrategias para elaborar y herramientas prácticas para la elaboración de los PACCC y la optimización de los recursos públicos.

Chile ha implementado iniciativas de capacitación para autoridades regionales y municipales para el cumplimiento de las obligaciones de la LMCC. EUROCLIMA+ ofreció el curso "Preparando el desarrollo de Estrategias Climáticas de Largo Plazo (ECLP) en América Latina" en 2021. La FAO y el MMA se enfocan en fortalecer la implementación de la LMCC a nivel subregional y local, abordando barreras como la falta de alineación entre instrumentos y limitaciones técnicas. Esta iniciativa busca fortalecer capacidades sectoriales, nacionales, regionales y locales, incluyendo a organizaciones públicas y privadas, academia y sociedad civil, para alcanzar metas de mitigación y adaptación, buscando la carbono neutralidad y resiliencia climática para 2050.

A nivel nacional el estado de los PACCC se resume en la Figura 37.

Foto: Bryan Contreras

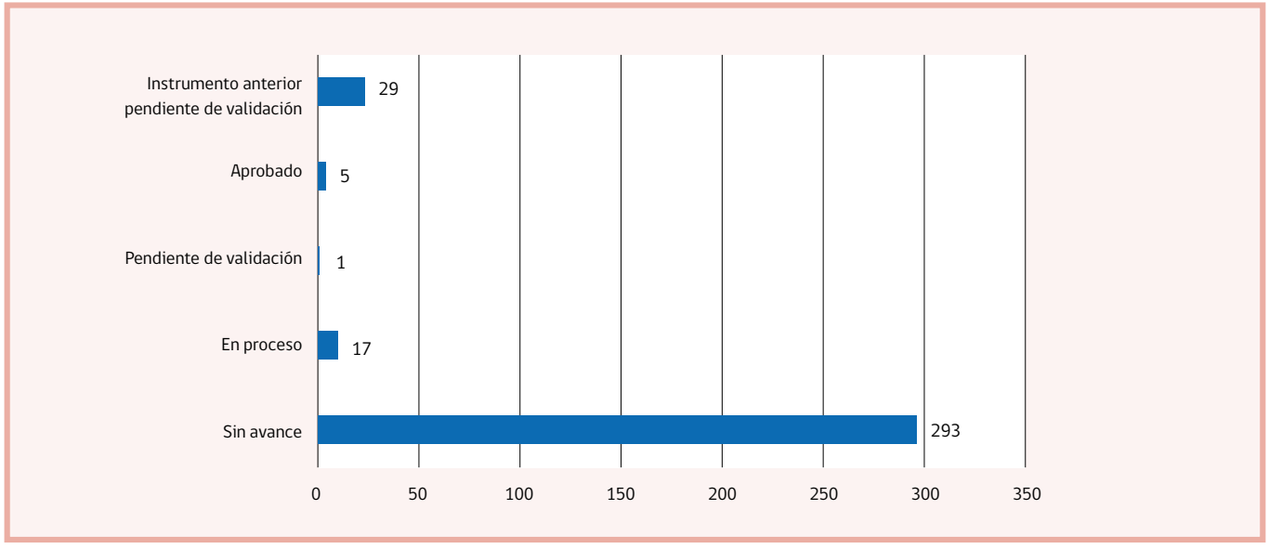


Figura 37. Estado en que se encuentran los PACCC a nivel país.

Fuente: elaboración propia a partir de MMA-FAO (2024).

1.4.2.10 Mecanismos Transversales de Datos

Sumado a lo anterior, también se establecen mecanismos transversales de apoyo a la acción climática. A este respecto, en su título V, la LMCC crea el Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático (SNAICC). Este surge con la finalidad de promover y facilitar la participación ciudadana en la elaboración, actualización y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático (MMA, 2023). Este sistema incluirá los siguientes subsistemas:

a) Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero[11]: tiene por objetivo "la elaboración y actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y otros forzantes climáticos de vida corta, velar por la coherencia de las emisiones reportadas y asegurar la calidad de su estimación; respondiendo a los compromisos internacionales de reporte ante la Convención" (Art. 28).

b) Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero[12]: cuyo objetivo es "registrar las proyecciones actualizadas de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, a nivel nacional y sectorial, para orientar la definición y facilitar el monitoreo de las reducciones y absorciones de emisiones, de conformidad con las metas establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y la Contribución Determinada a Nivel Nacional" (Art. 29). Este Sistema provee información pública para la toma de decisiones en materia de mitigación de gases de efecto invernadero. Surge en el marco del Proyecto Capacity Building Initiative for Transparency (CBIT), el cual es financiado por el GEF, implementado por ONU Ambiente y ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile.

c) Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua: otorga, a través del MMA, certificados, rótulos o etiquetas a personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, respecto de la cuantificación, gestión y reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, así como la reducción o absorción de dichos gases y forzantes, que sean voluntariamente solicitados (Art.30). Además, la CORFO colaborará con el Ministerio del Medio Ambiente, promoviendo el involucramiento del sector privado y la certificación de reducción de gases de efecto invernadero, así como de uso eficiente del agua en sus instrumentos.

d) Plataforma de Adaptación Climática: que tiene por objetivo servir de sistema de información nacional para adaptación, el que contendrá mapas de vulnerabilidad del territorio nacional, incorporando proyecciones climáticas actuales y futuras para el país (Art.31). En este marco, surge ARClim[13] (Atlas de Riesgos Climáticos para Chile), cuyo propósito es desarrollar un conjunto de mapas de riesgos relacionados con el cambio climático para el país. La plataforma incluye diversos sectores con cobertura nacional y detalle comunal o puntual, convirtiéndose en una herramienta importante para el diseño de políticas públicas y la implementación de medidas de adaptación.

e) Repositorio Científico de Cambio Climático: cuyo objetivo es recopilar la investigación científica asociada al cambio climático (Art.32).

f) Plataforma de Seguimiento de los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático: Aunque este subsistema no está establecido en la LMCC como parte del SNAICC, se incluyó para que los sectores, gobiernos regionales y municipios provean la información acerca del avance de sus planes en una base de datos centralizada. Esta inclusión busca facilitar la revisión desde las contrapartes, reducir los plazos de disponibilización de la información hacia la ciudadanía y mejorar la eficiencia en el manejo de datos relacionados con la gestión del cambio climático.

1.4.2.11 Mecanismos y lineamientos financieros para el cambio climático

En su título VI, la LMCC establece mecanismos y lineamientos financieros para enfrentar el cambio climático. Entre ellos, se define la Estrategia Financiera de Cambio Climático, a cargo del Ministerio de Hacienda. Esta estrategia orienta la contribución pública y privada hacia la consolidación de un desarrollo neutro en emisiones y resiliente al clima, considerando los lineamientos, objetivos y metas de la ECLP y la NDC.

Tras la publicación de la Estrategia en 2019, el Ministerio de Hacienda presentó en 2022 una actualización que mantiene el objetivo principal de la versión anterior, adaptándola al contexto actual tanto a nivel nacional como internacional. Este nuevo documento fortalece sus tres ejes fundamentales: (i) Generación de información, datos y análisis bajo un marco institucional coherente; (ii) Promoción de instrumentos económicos y financieros verdes y desarrollo de mercados; y (iii) Fortalecimiento de las Finanzas Verdes en el sector financiero. Además, recopila el estado de avance de las metas comprometidas en la primera EFCC, integrando el trabajo de todas las carteras del Estado que han contribuido a la acción climática.

Finalmente, en base a estos tres ejes y en sincronía con los avances logrados, se propone un nuevo marco de acción que permita continuar conduciendo y alineando los flujos financieros hacia la acción climática. Estos ejes trabajan de forma colaborativa para lograr una transición efectiva hacia un crecimiento económico más limpio y resiliente.

[11] Para más información, visitar: https://snichile.mma.gob.cl/

[12] Para más información, visitar: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/sistema-nacional-de-prospectiva-snpchile/introduccion-al-sistema/

[13] Para más información, visitar: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/about/

Sumado a esta estrategia, la LMCC también estipula que el Fondo de Protección Ambiental del MMA deberá financiar proyectos y acciones concretas de mitigación y adaptación, que contribuyan a enfrentar las causas y los efectos adversos del cambio climático, considerando el principio de territorialidad.

1.4.3 Otras políticas nacionales vinculadas al cambio climático

En esta sección se presentan políticas e instrumentos de carácter transversal que, aunque no fueron creadas específicamente para abordar el cambio climático, están estrechamente vinculados a él. A continuación, se destacan dos que revisten particular importancia, asociados respectivamente con la reducción de riesgo de desastre y la planificación territorial.

1.4.3.1 Ley SINAPRED

En 2021, se promulgó la Ley N°21.364, estableciendo el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED). Este sistema enfatiza la prevención y abarca entidades públicas y privadas a nivel nacional, regional, provincial y comunal. SINAPRED cubre las fases de mitigación, preparación, respuesta y recuperación ante desastres, estableciendo políticas, planes y procedimientos para cada fase (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2021).

La ley creó el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), reemplazando a la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI). Además, la Ley decreta la elaboración de Planes Sectoriales para la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) por parte de los organismos identificados en la Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, los cuales deben asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Estratégico Nacional.

Según la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), estos planes e instrumentos deben incorporar criterios de adaptación al cambio climático. Los planes sectoriales de adaptación deben incluir medidas detalladas para reducir y gestionar los riesgos climáticos, alineadas con los planes de GRD (MMA, 2022d). Esto asegura una integración coherente entre la gestión de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático.

1.4.3.2 Política Nacional de Ordenamiento Territorial

La Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) se enmarca en el proceso de descentralización iniciado con la promulgación de la Ley N° 21.074 (2018), que fortalece la regionalización del país. Esta ley establece la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT), la cual es responsable de elaborar la PNOT. Durante su proceso de elaboración, la PNOT tuvo que realizar una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), siguiendo las orientaciones entregadas por la LMCC.

Además de la PNOT, la COMICIVYT elabora la Política Nacional de Desarrollo Urbano y la Política Nacional de Desarrollo Rural. La PNOT orienta las políticas que establecen determinaciones estratégicas con efectos nacionales, como la Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014, en proceso de actualización) y la Política Nacional de Desarrollo Rural. También considera otras políticas nacionales y sectoriales, como la Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (PNRRD), entre otras.

La PNOT reconoce dos grandes condicionantes del territorio: el riesgo de desastres, tanto de origen natural como antrópico y los desafíos que plantea la adaptación al cambio climático.

También es relevante mencionar la creación del Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT), que tiene como función asesorar al Presidente de la República para la implementación de las Políticas Nacionales de Desarrollo Urbano, Rural y de Ordenamiento Territorial. Cuenta con 49 integrantes representantes del sector público, organizaciones de la sociedad civil, academia y gremios.

Foto: Micaela Jara Forray

1.5 LA ESTRUCTURA DEL GOBIERNO

1.5.1 Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

La institucionalidad en materia de cambio climático se ha sofisticado y robustecido con el tiempo, especialmente desde la aprobación de la LMCC. Esta ley define un nuevo sistema integrado, multinivel y multisectorial de gobierno que busca promover una acción climática coherente, proactiva, flexible, articulada territorialmente, transparente, efectiva y equitativa. Este enfoque implica la coordinación de múltiples organismos de la institucionalidad pública.

A continuación, se describen los principales actores de este sistema, sus funciones y avances en la materia.

1.5.2 Descripción de la institucionalidad y los organismos

1.5.2.1 Rol del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

El Ministerio de Medio Ambiente (MMA) tiene como misión promover un desarrollo centrado en la protección ambiental y el bienestar social, mediante una Transición Socio Ecológica Justa. Según la Ley Marco de Cambio Climático, el MMA debe asegurar el cumplimiento de acuerdos internacionales, coordinar la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y desarrollar instrumentos de gestión climática en colaboración con autoridades sectoriales.

El MMA es responsable de integrar criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión ambiental, monitorear el avance de planes sectoriales y administrar la información sobre la reducción de gases de efecto invernadero (GEI). Además, promueve la investigación, educación y compromiso del sector productivo en la lucha contra el cambio climático y gestiona el SNAICC. También monitorea la implementación de la ECLP y la NDC para asegurar una respuesta efectiva ante los desafíos climáticos de Chile (MMA, 2022c).

División de Cambio Climático (DCC)

En 2010 se creó la Oficina de Cambio Climático, que operó hasta junio de 2022, cuando fue reemplazada por la División de Cambio Climático, bajo la Ley Marco de Cambio Climático. Esta división cuenta con cuatro departamentos:

1. Mitigación y Transparencia Climática: gestiona compromisos climáticos, coordina el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y evalúa la neutralidad de emisiones.

2. Adaptación al Cambio Climático: supervisa compromisos internacionales en adaptación, actualiza la ECLP y NDC, y diseña planes sectoriales de adaptación.

3. Finanzas Climáticas: asegura recursos financieros y tecnológicos, promueve la acción climática y mide el gasto en cambio climático.

4. Ozono: garantiza el cumplimiento del Protocolo de Montreal mediante proyectos y normativas.

La División coordina el ETICC, ejerce como Autoridad Designada en varios organismos internacionales y colabora en negociaciones internacionales. Algunas de las funciones específicas de la División son: la coordinación del ETICC, ejercer como Autoridad Designada del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), Asesor técnico del Comité para la Negociación Internacional, Autoridad Designada para el Fondo de Adaptación, Punto Focal del IPCC, Punto focal de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático, Punto Focal del Proyecto EUROCLIMA+, Punto Focal de NAMA Registry, Punto Focal del Clima y Aire Limpio para la Reducción de los Contaminantes de Vida Corta, entre otras.

Otras divisiones y oficinas del MMA con relevancia climática

a) *División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana*

La División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana tiene como objetivo fomentar hábitos sustentables y la participación ciudadana en la mejora del medio ambiente. Esta división trabaja en varias áreas, integrando a los municipios en el programa Barrios Sustentables y en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), que cuenta con 75 municipios certificados. Además, impulsa la educación para la sustentabilidad en establecimientos educativos mediante el SNCAE y fomenta el liderazgo ambiental a través de los clubes de Forjadores Ambientales. También administra el Fondo de Protección Ambiental (FPA), que financia la participación ciudadana en la solución de problemas ambientales. Por último, promueve la participación de la ciudadanía en la gestión ambiental local y en la elaboración o modificación de planes de descontaminación y normas ambientales, buscando alcanzar la equidad y el desarrollo sustentable.

b) *División de Recursos Naturales y Biodiversidad*

La división asesora al Ministerio en temas de conservación de la biodiversidad y se encarga de establecer lineamientos y acciones para la protección, conservación, uso sustentable y manejo de los recursos naturales, tanto terrestres como acuáticos. Sus funciones principales incluyen la conservación de la biodiversidad y el patrimonio ambiental, promoviendo el desarrollo sustentable y asegurando la integración de políticas públicas en el ámbito ambiental. También supervisa y coordina las áreas protegidas, incluyendo aquellas de propiedad privada y se ocupa de la recuperación de recursos hídricos, genéticos, flora, fauna y

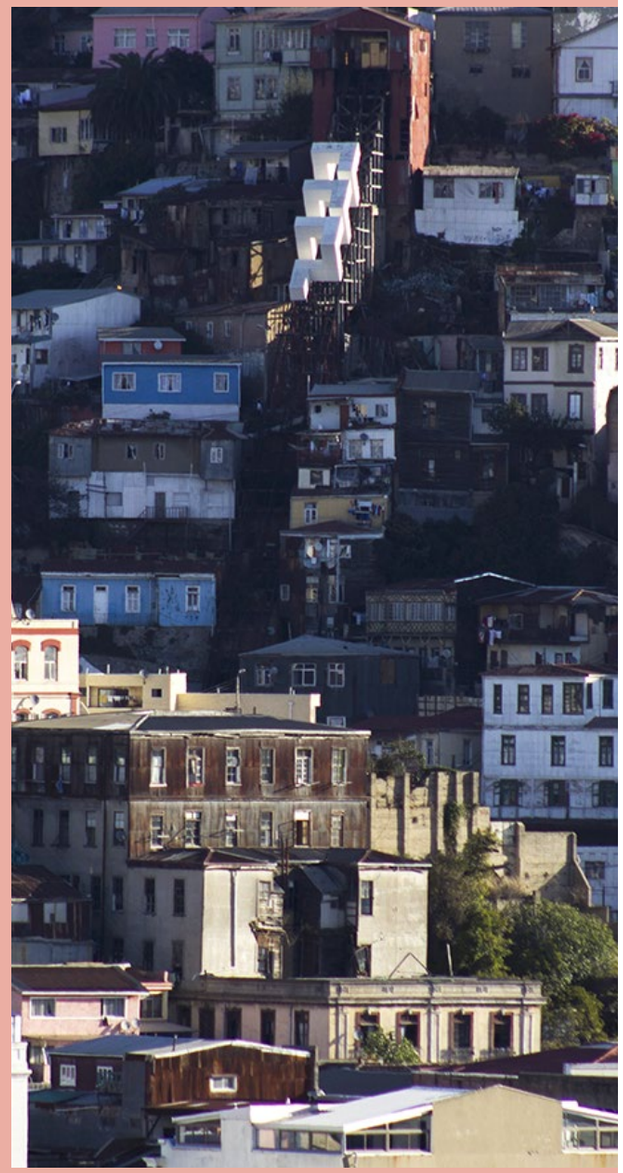


Foto: Bryan Contreras

ecosistemas, con especial atención a los frágiles o degradados. La división diseña el monitoreo de la biodiversidad para evaluar el estado de salud de los ecosistemas y recopila información técnica y científica para mejorar la gestión ambiental. Asimismo, elabora estudios y programas de protección de la biodiversidad, coordina la clasificación de especies según su estado de conservación y genera planes de recuperación, además de monitorear especies exóticas y evaluar su impacto en el territorio.

c) *División de Información y Economía Ambiental*

La división asesora al Ministerio del Medio Ambiente en la formulación de políticas públicas e instrumentos de gestión, promoviendo la integración de los tres pilares del desarrollo sustentable. En cumplimiento de la Ley 19.300, realiza análisis técnico y económico de normas ambientales, diseña instrumentos económicos para la gestión ambiental y la elaboración de cuentas ambientales. Además, genera información clave para la formulación y evaluación de políticas públicas, administra el Sistema de Información Ambiental (SINIA) y el Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC) y elabora indicadores e informes sobre el estado del medio ambiente. También impulsa la agenda de crecimiento verde mediante el programa de consumo y producción sustentable y gestiona iniciativas como el IAAD y el ICA, centradas en la evaluación de políticas públicas y la valoración económica de bienes y servicios ambientales.

d) *División de Calidad del Aire y Cambio Climático*

La división tiene como misión desarrollar políticas públicas que reduzcan las emisiones contaminantes del aire y promuevan el desarrollo sustentable. Sus objetivos incluyen mitigar los contaminantes responsables del cambio climático y generar propuestas de adaptación. Asesora al ministro en el diseño de normas, planes y programas sobre calidad del aire y coordina la creación de normas de calidad ambiental y planes de descontaminación. También opera las redes de monitoreo de la calidad del aire y recopila información técnica y científica para prevenir la contaminación y mejorar la calidad ambiental.

En cuanto al cambio climático, la división genera información para apoyar políticas y planes, coordina acciones a nivel nacional y asesora al ministro en la posición nacional respecto de compromisos internacionales. En la protección de la capa de ozono, propone y ejecuta acciones para cumplir con el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal negociado en 1987 y que entró en vigor el 1º de enero de 1989. Asimismo, trabaja en la reducción de contaminantes atmosféricos como metano y HFCs, además de colaborar en la elaboración de informes y cuentas ambientales para asegurar un enfoque integral en la mejora de la calidad del aire y la mitigación del cambio climático.

e) *Oficina de Evaluación Ambiental* [14]

La Oficina de Evaluación Ambiental (OEA) tiene como principal función orientar y colaborar técnicamente en la implementación de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) a nivel nacional. Para ello, la OEA refuerza el enfoque estratégico de la EAE mediante capacitaciones y la elaboración de manuales y guías prácticas. También mantiene un sistema de información para el seguimiento de la EAE y coordina los pronunciamientos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

La OEA fomenta la cooperación técnica con países como Argentina, Ecuador, Panamá, Perú y Uruguay para compartir experiencias sobre la EAE. Según la Ley Marco de Cambio Climático

[14] Para más información, dirigirse a: https://mma.gob.cl/evaluacion-ambiental-estrategica/

(LMCC), los instrumentos de ordenamiento territorial deben incorporar criterios de mitigación y adaptación al cambio climático, evaluados mediante la EAE. En 2022, el MMA publicó una guía para integrar el cambio climático en dichos instrumentos, aplicable a nivel regional, intercomunal y comunal (OEA, 2022; MMA, 2022c).

f) *Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)* [15] [16]

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es un organismo público descentralizado, cuya misión es contribuir al desarrollo sostenible mediante un proceso de evaluación ambiental técnico y eficiente, que incluya el cambio climático. Administra el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y coordina a los organismos del Estado involucrados, promoviendo la participación ciudadana en la evaluación de proyectos.

El SEA tiene la función exclusiva de uniformar criterios y procedimientos ambientales de los organismos estatales, estableciendo guías y capacitaciones para garantizar la aplicación eficiente de las normativas. Destaca la "Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (2023), que integra los efectos del cambio climático en las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental, elaborada en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente, la DGA y SENAPRED.

1.5.2.2 Instancias de coordinación sobre Cambio Climático

Esta sección responde a los arreglos institucionales y de gobernanza en la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Comité Científico Asesor para el Cambio Climático [17]

Inicialmente, el comité fue nombrado Comité Científico de Cambio Climático (2020-2022)[18] y fue creado en el contexto de la COP25, como cuerpo asesor en la materia, para vincular a la comunidad científica nacional con los desafíos que significó la organización de la COP. Posteriormente, siendo reconocido por la LMCC, pasa a llamarse Comité Científico Asesor para el Cambio Climático, actuando como un órgano consultivo del Ministerio del Medio Ambiente en aspectos científicos necesarios para la elaboración, diseño, implementación y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático.

El Comité tiene como funciones principales: analizar aspectos científicos del cambio climático, elaborar informes sobre coherencia normativa y evidencia científica, colaborar en estrategias de desarrollo tecnológico y fortalecimiento de capacidades, identificar tendencias globales en investigación climática, y proponer estudios y responder consultas del Ministerio del Medio Ambiente. Anualmente, publica un reporte digital con sus hallazgos y recomendaciones.

Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático

El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático se crea bajo la Ley 19.300 de 1994 en el Artículo 71. Tiene la responsabilidad de emitir un pronunciamiento fundamentado sobre la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Contribución Determinada a Nivel Nacional y los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación. Además, deberá evaluar la coherencia entre estos instrumentos, de acuerdo con lo establecido en la LMCC.

Este Consejo es presidido por el/la Ministro/a del Medio Ambiente e integrado por sus pares de Agricultura; Hacienda; Salud; Economía, Fomento y Turismo; Energía; Obras Públicas; Vivienda y Urbanismo; Transportes y Telecomunicaciones; Minería; Desarrollo Social; Educación; y Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC)

El ETICC colabora con el Ministerio del Medio Ambiente en el diseño, elaboración, implementación, actualización y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático. Además, puede proporcionar asistencia técnica a otros órganos de la Administración del Estado y servicios públicos competentes en esta materia.

En el marco de sus funciones, el ETICC puede analizar y proporcionar información, elaborar reportes, desarrollar propuestas de acciones y medidas, además de coordinar a los distintos representantes de los órganos públicos que lo integran. La información, los reportes y las propuestas del ETICC estarán permanentemente a disposición del público y serán presentadas al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático antes de que este se pronuncie sobre los instrumentos de gestión del cambio climático.

El ETICC tiene un carácter intersectorial y técnico y está conformado por los representantes de las instituciones competentes en materia de cambio climático, es decir, el Ministerio de Hacienda, Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Desarrollo Social y Familia, Agricultura, Educación, Energía, Salud, Vivienda y Urbanismo, Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones, Minería, Economía, Bienes Nacionales, Mujer y Equidad de Género y Medio Ambiente.

[15] Para más información, visite: https://www.sea.gob.cl/que-es-el-seia-0
[16]

[17] Para más información, visite: https://minciencia.gob.cl/areas/comite-cientifico-asesor-cambio-climatico/
[18] Para más información, visite: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/organismos-colaboradores/comite-cientifico/

Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC)

En cada región del país existe un Comité Regional para el Cambio Climático (CORECC), cuya principal función es coordinar la elaboración de los instrumentos para la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. Los CORECC tendrán la responsabilidad de facilitar y promover la gestión del cambio climático a nivel regional, proporcionar directrices para integrar esta temática en las políticas públicas regionales, identificar sinergias con las políticas nacionales y fomentar la búsqueda de recursos regionales para el desarrollo de medidas y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Además, se encargará de implementar los medios definidos en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

Los CORECC estarán integrados por el Gobernador Regional, quien los presidirá, el Delegado Presidencial Regional, los secretarios regionales de los ministerios que forman parte del Consejo de Ministros según lo establecido en el artículo 71 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, dos representantes de la sociedad civil regional, según lo indique el respectivo reglamento y uno o más representantes de las municipalidades o asociaciones de municipios de la región. La Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente actuará como la secretaría técnica de los CORECC.

Además, los miembros del Consejo Regional y del Consejo Consultivo Regional del Ministerio del Medio Ambiente podrán participar con derecho a voz en las sesiones que celebre el Comité Regional para el Cambio Climático.

Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático

Inicialmente, el órgano se denominaba Consejo Consultivo Nacional del Ministerio del Medio Ambiente (art. 76 Ley N.° 19.300). Sin embargo, con la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático, su nombre se modificó a Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (art. 20). Este Consejo es un mecanismo de participación ciudadana diseñado para profundizar y fortalecer la relación entre la sociedad civil organizada y el Ministerio del Medio Ambiente. Está regulado por la Ley 19.300 sobre bases generales del Medio Ambiente y es comparable a los Consejos de la Sociedad Civil mencionados en la Ley 20.500 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública.

El Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático es una instancia representativa de diversos sectores de la sociedad y tiene como objetivo ser un espacio de debate y opinión sobre temas ambientales relevantes, especialmente en relación con los instrumentos o materias que se le sometan a consideración. Según la Ley Marco de Cambio Climático, este Consejo actuará como una instancia multisectorial para emitir opiniones sobre los instrumentos de gestión del cambio climático establecidos en la ley, su grado de avance y los efectos de su implementación. Además, podrá realizar propuestas para mejorar la gestión del cambio climático en los múltiples sectores involucrados.

1.5.2.3 Roles de otros organismos del Estado

El Estado de Chile posee una serie de ministerios y entes gubernamentales que, a través de distintas divisiones y departamentos internos, han asumido responsabilidades directas en materia de cambio climático. A continuación, se presenta a cada uno de estos, así como sus principales obligaciones en la materia.

Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel)

El Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel) colabora con el Presidente en el diseño y ejecución de la política exterior, velando por los intereses de Chile y su desarrollo. En materia de cambio climático, según la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), el Minrel juega un papel clave en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), apoyando al Ministerio del Medio Ambiente en su elaboración y seguimiento.

La División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Océanos del Minrel se encarga de coordinar acciones y proyectos relacionados con compromisos medioambientales bilaterales y multilaterales. Esta división participa en negociaciones internacionales y coordina con misiones de Chile ante organismos internacionales. También colabora con otros ministerios en temas técnicos sobre el medio ambiente y océanos, incluyendo acuerdos clave como el Acuerdo de Escazú, el Acuerdo de París y la UNFCCC.

Ministerio de Hacienda (Minhacienda)

El Ministerio de Hacienda tiene la misión de gestionar eficientemente los recursos públicos para promover una economía estable, transparente y competitiva, con un enfoque en el crecimiento sustentable e inclusivo. Internacionalmente, participa en iniciativas como la Coalición de Ministros de Finanzas para la Acción Climática y el Fondo Verde para el Clima. Nacionalmente, impulsa proyectos como la Mesa Público-Privada de Finanzas Verdes, que fomenta la integración de riesgos climáticos en las decisiones financieras y el Grupo de Trabajo para el monitoreo de riesgo financiero asociado al cambio climático, bajo el Consejo de Estabilidad Financiera.

Además, la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) establece la Estrategia Financiera de Cambio Climático (EFCC), liderada por el Ministerio, para guiar al sector público y privado hacia un desarrollo neutro en emisiones y resiliente al clima. La EFCC se alinea con la Estrategia Climática de Largo Plazo y la Contribución Determinada a Nivel Nacional y actualmente se está actualizando con una consulta ciudadana para 2024.

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia) [19]

El MinCiencia es el encargado de asesorar y colaborar con el Presidente de la República en el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer la ciencia, la tecnología y la innovación derivada de la investigación científico-tecnológica, con el propósito de contribuir al desarrollo, incrementando el patrimonio cultural, educativo, social y económico del país y sus regiones y propendiendo al bien común, al fortalecimiento de la identidad nacional y regional y a la sustentabilidad del medio ambiente.

En materia de cambio climático y mandatado por la LMCC, el rol de este ministerio incluye la coordinación y fomento de capacidades en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI), así como el apoyo para que las decisiones políticas se basen en evidencia científica rigurosa y actual. Además, este ministerio actúa como la entidad encargada de la Secretaría Técnica del Comité Científico Asesor. En esa línea, el Ministerio de Ciencia también se compromete a proporcionar todos los recursos materiales necesarios para el funcionamiento del Comité ya ofrecer apoyo profesional especializado en áreas como la NDC y la ECLP.

Además, este Ministerio es el encargado de administrar, coordinar e implementar el Repositorio Científico de Cambio Climático, cuyo propósito es recopilar la investigación científica asociada a la temática. Así como también debe prestar apoyo al Ministerio del Medio Ambiente en la administración de la Plataforma de Adaptación Climática.

Ministerio de Energía (MinEnergía)

Es la institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los diversos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético de Chile y así asegurar que todos los ciudadanos puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables.

Dentro de las distintas Divisiones pertenecientes a la institución, destacan en el ámbito del cambio climático la Unidad de Cambio Climático y Precio al Carbono. Esta unidad tiene como objetivo liderar y promover la gestión del cambio climático en el sector energético, tanto dentro del Ministerio como con otros actores, para fomentar una transición energética baja en carbono y resiliente. Sus funciones incluyen la formulación de estudios, el diseño, implementación y seguimiento de planes sectoriales de adaptación y mitigación y el desarrollo de proyectos y propuestas regulatorias e instrumentos costo-efectivos. Además, se encarga de asegurar que esta transición cumpla con la normativa nacional y los compromisos internacionales en cambio climático y energía. La unidad también lidera la adopción de instrumentos de precio al carbono y el análisis estratégico de sistemas de certificación de energías limpias y productos y servicios bajos en carbono.

El Ministerio juega un papel importante para alcanzar la carbono neutralidad. Sus funciones relacionadas con la mitigación del cambio climático se describen en el *Capítulo 3, "Mitigación", Numeral 3.4.1.1*

Ministerio de Agricultura (Minagri)

El Ministerio de Agricultura tiene como misión promover un sector agroalimentario y forestal competitivo, sustentable y socialmente comprometido con el desarrollo regional. Enfrentando los desafíos del cambio climático, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) coordina a las instituciones ministeriales a través del Comité Técnico Intraministerial de Cambio Climático (CTICC), genera información clave y actúa como contraparte técnica en planes de adaptación y mitigación. Según la Ley Marco de Cambio Climático, el Ministerio debe implementar un Plan Sectorial de Adaptación, actualmente en actualización, que aborda la gestión del agua, investigación y riesgos agrícolas, así como un Plan Sectorial de Mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Ambos planes forman una estrategia integral para enfrentar los impactos del cambio climático en los sistemas productivos y medios de vida de los agricultores más vulnerables.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)

La misión del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) es garantizar el derecho a una ciudad y a una vivienda digna y adecuada. Esto se logra recuperando el rol del Estado mediante la planificación y gestión territorial con la participación de las comunidades. El MINVU se compromete a entregar soluciones habitacionales y urbanas oportunas, de calidad, sustentables, pertinentes y seguras, con perspectiva de género y un enfoque especial en los grupos de atención prioritaria. Asimismo, por medio de las Secretarías Regionales Ministeriales, debe supervisar las disposiciones legales, reglamentarias, administrativas y técnicas sobre construcción y urbanización e interpretar las disposiciones de los instrumentos de planificación territorial (D.F.L. N°458); así como también por medio de la COMICIVYT debe elaborar la PNOT.

[19] Para más información, visite: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1121682

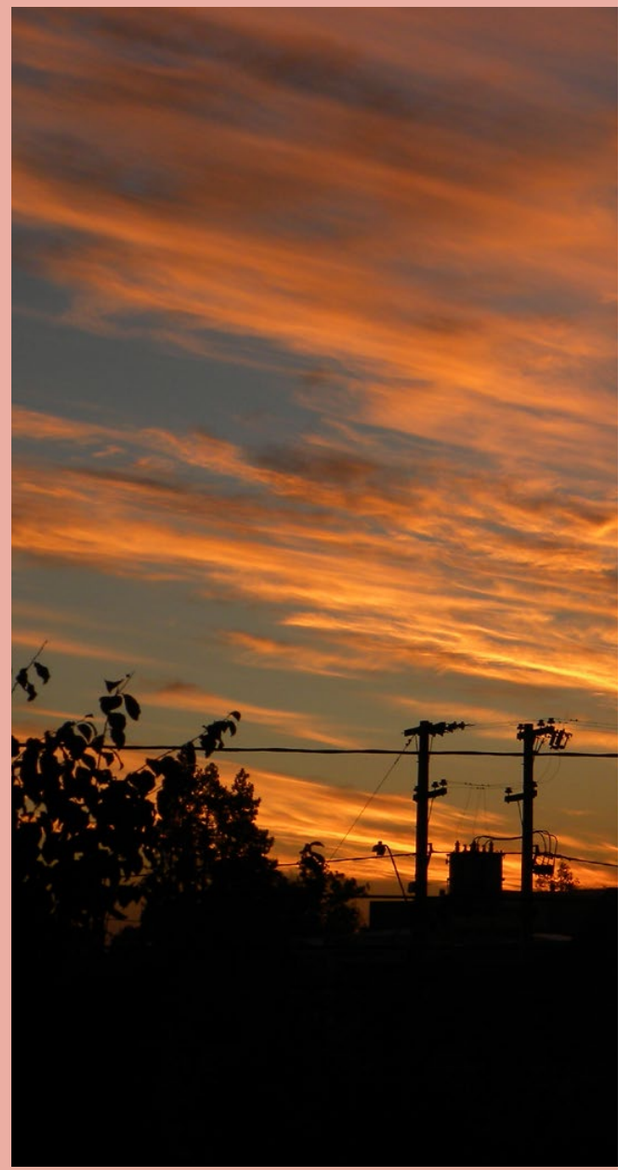


Foto: Fernando Medrano

Bajo el rol descrito, es que la LMCC le mandata a realizar el Plan Sectorial de Mitigación y el Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, a través de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio[20]. Actualmente, el anteproyecto del Plan de Mitigación se encuentra en elaboración, en paralelo a la actualización del Plan de Adaptación para Ciudades, publicado en 2018.

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Minecon)

La misión del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo es impulsar un nuevo modelo de desarrollo productivo en el país, abordando los desafíos de la crisis climática y la generación de empleos de calidad. Esto se logrará a través de una estrategia integral, descentralizada y con perspectiva de género, que fomente la innovación, el cambio tecnológico, el emprendimiento y la transformación digital de las micro, pequeña y mediana empresas (MiPyme) y cooperativas. Los cambios buscan incrementar la productividad y competitividad de la economía del país, con un rol primordial del conocimiento, la ciencia y la tecnología, para así impulsar el progreso económico y aumentar el bienestar de la sociedad.

En esa línea, la LMCC define al Minecon como encargado de la creación, implementación y actualización del Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura y Turismo.

Además, a través de la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC)[21], un comité de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) dentro del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, se han impulsado diversas iniciativas relacionadas con el cambio climático. La misión de la ASCC es fomentar la inclusión de la dimensión del cambio climático y el desarrollo sostenible en el sector privado y en los territorios. Esto se logra a través de acuerdos voluntarios, la coordinación con otras instituciones públicas, iniciativas de fomento y la ejecución de programas y proyectos que contribuyan a la construcción de una economía sustentable, resiliente y baja en carbono, además de apoyar el cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile en estas materias.

Entre las iniciativas destacadas, a través de los acuerdos voluntarios, se encuentran los Acuerdos de Producción Limpia, los Acuerdos Voluntarios para la Gestión de Cuencas y la Seguridad Hídrica, el Programa Regional de Producción Limpia y la Participación Temprana.

Ministerio de Educación (Mineduc)

El Ministerio de Educación de Chile tiene la misión de asegurar un sistema educativo inclusivo y de calidad que contribuya a la formación integral y continua de las personas y al desarrollo del país. Para ello, formula e implementa políticas, normas y regulaciones que abarcan desde la Educación Parvularia hasta la Educación Superior.

En materia de cambio climático, el Mineduc forma parte del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático. Es de destacar también que, a través de la colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), se han incorporado contenidos relacionados con el cambio climático en el currículo nacional. En la propuesta de Actualización Curricular para 2024, esta temática se ha integrado de manera directa en diversos niveles de la Educación Básica y media, específicamente en las asignaturas de Geografía y Ciencias Naturales.

[20] Para más información, visite https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1196748
[21] Para más información, visite https://www.ascc.cl/pagina/quienes_somos_1

También destaca el programa Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE)[22], coordinado por el MMA, Mineduc, CONAF, Dirección General de Aguas (DGA), Asociación Chilena de Municipalidades (AChM) y la UNESCO. Su propósito es integrar de manera dinámica las experiencias cotidianas con el aprendizaje formal, creando un puente bidireccional entre la teoría y la práctica ambiental, desarrollando líneas de acción complementarias para fortalecer la responsabilidad, el cuidado y protección del medio ambiente y la generación de redes asociativas para la gestión ambiental local.

Además, el Mineduc cuenta con el Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC)[23], una iniciativa nacional destinada a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en escuelas y liceos, tanto urbanos como rurales. Este programa promueve el uso de la indagación científica como enfoque didáctico y pedagógico para la enseñanza de la ciencia. Dentro de este marco, se incluye un módulo sobre cambio climático, cuyo objetivo es que estudiantes y docentes puedan analizar, modelar, explicar, investigar y comunicar diversas problemáticas de sus contextos reales. Este módulo también enfatiza la importancia del respeto por el planeta, considerado un elemento clave para implementar medidas de mitigación del cambio climático en nuestra vida diaria y en las próximas décadas.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF)

El Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) tiene como misión diseñar y aplicar políticas para erradicar la pobreza y proteger a los grupos vulnerables, asegurando la coherencia a nivel nacional y regional y evaluando la rentabilidad social de los proyectos de inversión pública. En materia de cambio climático, el MDSF evalúa proyectos para garantizar su eficiencia en el uso de fondos públicos y su alineación con las estrategias de desarrollo y mitigación de los efectos adversos del cambio climático, como lo establece la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC).

El MDSF informa anualmente sobre los proyectos de inversión pública con incidencia en el cambio climático, identificando en 2022 que el 13,7% del gasto total correspondió a medidas de adaptación. Además, es responsable de definir el Precio Social del Carbono (PSC), que fue actualizado en 2024 a 63,4 dólares por tonelada de CO_2, un aumento del 95% respecto de 2017.

El MDSF también desempeña un rol clave en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como Secretaría Técnica del Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en Chile, coordinando informes, reuniones y la labor intersectorial.

Ministerio de Defensa Nacional (Mindefensa)

El Ministerio de Defensa tiene la misión de proteger la soberanía nacional y a los ciudadanos, cumpliendo con las normativas de responsabilidad social y ambiental. Según la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), es responsable de diseñar e implementar el Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático de la zona costera, cuyo objetivo es proteger los ecosistemas costeros y fortalecer su resiliencia frente al cambio climático. Sus objetivos incluyen la actualización de la gestión costera, la promoción del uso sostenible de los recursos y la gestión de riesgos de desastres.

En este ámbito, el Ministerio colabora activamente en estrategias de mitigación y respuesta ante riesgos, brindando apoyo logístico, recuperación de vialidades, traslado de víctimas y construcción de refugios, a su vez, participa en la Política Nacional de Uso del Borde, la cual ofrece directrices generales para el manejo del borde costero. Además, a través de la Dirección Meteorológica de Chile, publica el Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile, que evalúa las principales variables climáticas a nivel nacional.

Ministerio de Obras Públicas (MOP)[24]

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) tiene como misión gestionar infraestructuras para la conectividad, protección del territorio y gestión de recursos hídricos, promoviendo equidad y calidad de vida. En el marco de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), el MOP debe elaborar un Plan de Adaptación y Mitigación para infraestructura, actualmente en actualización, además del Plan Sectorial de Adaptación de Recursos Hídricos, que busca promover la resiliencia ante sequías, inundaciones y pérdida de calidad del agua, priorizando el consumo humano y la preservación de ecosistemas.

El Ministerio ha creado el Comité Intraministerial de Cambio Climático y ha estructurado la División de Infraestructura Sustentable, que incluye el Departamento de Cambio Climático y Economía Circular, para asegurar el cumplimiento de la política climática. Además, el MOP lidera el Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2050 y es un actor clave en la Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040, en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente y otras instituciones.

[22] Para más información, visite https://sncae.mma.gob.cl/portal/certificacion
[23] Para más información, visite https://icec.mineduc.cl/recursos-y-documentos/
[24] Para más información, visite https://www.mop.gob.cl/cambioclimatico/quienes-somos/

Ministerio de Minería (Minmineria)

El Ministerio de Minería tiene como misión diseñar y evaluar políticas públicas que promuevan la innovación, productividad y sustentabilidad del sector minero, contribuyendo al desarrollo nacional de manera inclusiva. Según la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), es responsable de crear el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de Minería y de integrar criterios de mitigación y adaptación en sus políticas y programas.

La Política Nacional Minera 2050 (PNM 2050) establece 78 metas a corto, mediano y largo plazo, con seguimiento liderado por el Ministerio y Comisión Chilena del Cobre (Cochilco). Esta política se actualiza cada cinco años y se basa en cuatro pilares: económico, social, institucional y medioambiental. Las metas clave incluyen lograr la carbono neutralidad al 2040, reducir el uso de agua continental a menos del 10% para 2030 y 5% para 2050, proteger glaciares, eliminar relaves abandonados y generar un impacto positivo en biodiversidad y economía circular al 2050.

Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género (MinMujeryEG)

La misión del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género es promover la igualdad sustantiva de derechos entre hombres y mujeres y procurar la eliminación de toda forma de violencia y discriminación por razones de género. Además, tiene la tarea de liderar la implementación de estrategias y políticas públicas para institucionalizar la igualdad de género en el Estado y promoverla en todos los ámbitos de la sociedad.

En esa línea, con el objetivo de incorporar el enfoque de género en los instrumentos de política pública de cambio climático, en 2019 el Ministerio de Medio Ambiente junto al Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género conformaron la Mesa de Género y Cambio Climático[25] donde se convocan a participar personas encargadas de género y de cambio climático de las instituciones que conforman el ETICC.

Así también, las autoridades sectoriales encargadas de los planes de mitigación y adaptación al cambio climático deberán colaborar con el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género con el objetivo de incorporar la perspectiva de género en dichos documentos.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT)

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) tiene la función de proponer y supervisar políticas en transportes y telecomunicaciones, coordinando el desarrollo de estas actividades y asegurando el cumplimiento de normativas. Según la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), es responsable de elaborar el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación de Transporte, cuyo anteproyecto ya ha sido aprobado.

El MTT cuenta con la Estrategia Nacional de Movilidad Sustentable (ENMS) (2022), un plan multisectorial enfocado en alcanzar la carbono neutralidad para 2050 y cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible mediante ciudades más sostenibles e integradas. La ENMS complementa otras políticas nacionales, como la de Desarrollo Urbano, Seguridad de Tránsito, Equidad de Género en Transporte y la Estrategia de Electromovilidad. Además, sirve de base para la creación del Plan de Mitigación de Emisiones de Carbono del sector transporte.

Paralelamente, el MTT está desarrollando un Programa Nacional de Movilidad Sostenible, que define acciones concretas y financiamiento para implementar la ENMS.

Ministerio de Salud (Minsal) [26]

La misión de este ministerio es construir un modelo de salud sobre la base de una atención primaria fortalecida e integrada, que pone al paciente en el centro, con énfasis en el cuidado de poblaciones durante todo el ciclo de vida, y que además estimule la promoción y prevención en salud, así como el seguimiento, trazabilidad y cobertura financiera.

Al alero de su misión, la LMCC le encomienda al Minsal en su rol de Autoridad Sectorial en materia de cambio climático, elaborar, implementar, hacer el seguimiento, evaluar y actualizar, según corresponda, los instrumentos de gestión climática, tales como el Plan Sectorial de Mitigación (PSM) y el Plan Sectorial de Adaptación (PSA) de Cambio Climático. Al respecto, en 2023 se iniciaron formalmente las elaboraciones de los anteproyectos del PSM y la actualización del PSA, respectivamente.

Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT) [27] [28]

En 2023, el Gobierno de Chile creó el Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT), que fusiona el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) y el Consejo Nacional del Desarrollo Rural (CNDR). El CNDT asesora al Presidente en la implementación de las Políticas Nacionales de Desarrollo Urbano (PNDU), Rural (PNDR) y de Ordenamiento Territorial (PNOT), promoviendo una planificación territorial que integra las dimensiones urbanas y rurales bajo principios de sostenibilidad.

[25] Para más información, visite https://cambioclimatico.mma.gob.cl/organismos-colaboradores/mesa-de-genero/

[26] Para más información, visite https://degreyd.minsal.cl/adaptacion-al-cambio-climatico/ https://www.minsal.cl/mision-y-vision/

[27] Para más información, visite: https://cndt.cl/cndt/

[28]

El CNDT realiza tareas como estudiar políticas sectoriales, proponer reformas legales y mejorar la visibilidad de las necesidades de los territorios. También asesora en la implementación de las políticas mencionadas, asegurando que se adapten a las diversidades regionales. Actualmente, cuenta con 49 consejeros, con paridad de género.

El CNDT incluye comisiones específicas para temas urbanos y rurales, con la comisión rural enfocada en la Agenda 2024-2025, abordando desafíos en desigualdades territoriales, cambio climático, ordenamiento territorial y seguridad alimentaria.

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED)

La ley 21.364 de 2021 crea el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, sucesor y continuador legal de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Corresponde a un servicio público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, y coordinado a través de la Subsecretaría del Interior.

El Servicio, dependiente del Ministerio del Interior, es el encargado de asesorar, coordinar, organizar, planificar y supervisar las actividades relacionadas con la gestión del riesgo de desastres del país, estableciendo normativas y coordinando y supervisando la implementación de herramientas de gestión de riesgo, entre otras funciones. Se rige por los principios de prevención, apoyo mutuo, coordinación, transparencia, participación, escalabilidad y oportunidad.

En temas de cambio climático, su colaboración con el MMA es fundamental para integrar las políticas de adaptación al cambio climático en Chile con la Reducción de Riesgo de Desastres, contribuyendo tanto en la creación de diagnósticos y líneas base de riesgo como en el diseño e implementación de medidas efectivas en la materia. Además, la LMCC asigna un rol específico a SENAPRED en la validación e informe de los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático.

Secretarías Ministeriales Regionales

Las Secretarías Ministeriales Regionales de Agricultura, Economía, Fomento y Turismo, Energía, Minería, Obras Públicas, Salud, Transportes y Telecomunicaciones, Defensa Nacional, Vivienda y Urbanismo, y Medio Ambiente, señaladas en el artículo 17 de la Ley N°21.455, junto con un representante de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, deberán gestionar el cambio climático en sus respectivas regiones. Esta gestión debe alinearse con los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación y coordinarse con los Comités Regionales para el Cambio Climático (CORECC) y los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC).

Municipalidades

De acuerdo con la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), las municipalidades desempeñarán un papel crucial en la gestión del cambio climático a nivel local. Además de las atribuciones conferidas por la ley, las municipalidades colaborarán individualmente o a través de asociaciones municipales, apoyando e integrando los Comités Regionales para el Cambio Climático (CORECC) y participando en la elaboración de planes regionales y comunales de cambio climático, en alineación con las directrices de la Estrategia Climática de Largo Plazo.

En la formulación de sus planes, programas y ordenanzas, las municipalidades deberán incluir la variable de cambio climático cuando corresponda. Además, en coordinación con los CORECC, podrán crear mesas territoriales de acción por el clima, adaptadas a las características específicas de cada territorio. Estas mesas contarán con la participación de representantes de la sociedad civil, especialmente de grupos vulnerables, con el objetivo de proponer y priorizar las acciones y medidas más urgentes necesarias para los respectivos territorios, conforme a lo dispuesto en la ley.

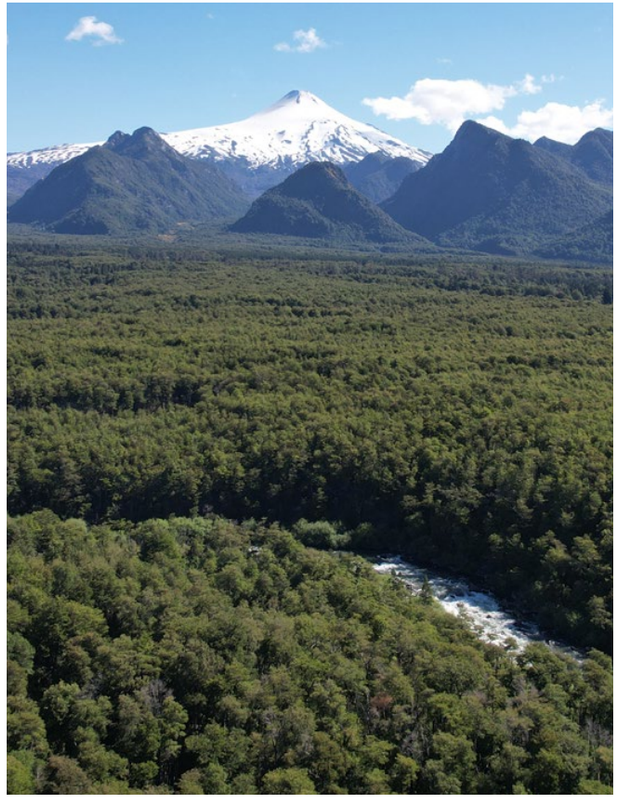


Foto: Tomás Gómez S.

1.6 ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA EL SEGUIMIENTO Y REPORTE DE LA NDC

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) lidera la elaboración, revisión y actualización de la NDC en colaboración con autoridades sectoriales y ministerios competentes, integrando metas intermedias y de largo plazo conforme a la Estrategia Climática de Largo Plazo. La NDC incluye elementos esenciales como el contexto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), metas de mitigación y adaptación, un componente de integración para sinergias entre ambos, y lineamientos financieros para su implementación. Un Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) respalda el seguimiento de estos compromisos mediante indicadores que se reportan anualmente. Además, el proceso incluye una etapa de participación ciudadana de 60 días, y la NDC debe presentarse al Congreso Nacional antes de su aprobación final por decreto supremo del MMA, suscrito por los ministros de Relaciones Exteriores y de Hacienda. Este enfoque busca asegurar claridad, transparencia y un incremento en la ambición climática en cada actualización de la NDC, cumpliendo con los estándares internacionales y criterios de equidad.

Los compromisos de la NDC y la ECLP se implementan a nivel sectorial mediante los planes sectoriales de mitigación y adaptación, y a nivel territorial a través de los PARCC y los PACC. Para asegurar la ejecución de las medidas contenidas en estos instrumentos, se cuenta con una estrategia financiera que respalda su cumplimiento (ver figura 38).

El detalle de los arreglos institucionales para el seguimiento y reporte de la NDC, para los componentes de Mitigación y cumplimiento del artículo 4 del Acuerdo de París, Adaptación y Vulnerabilidad, Integración y Medios de Implementación, se presentan en los capítulos III, IV y VII respectivamente.

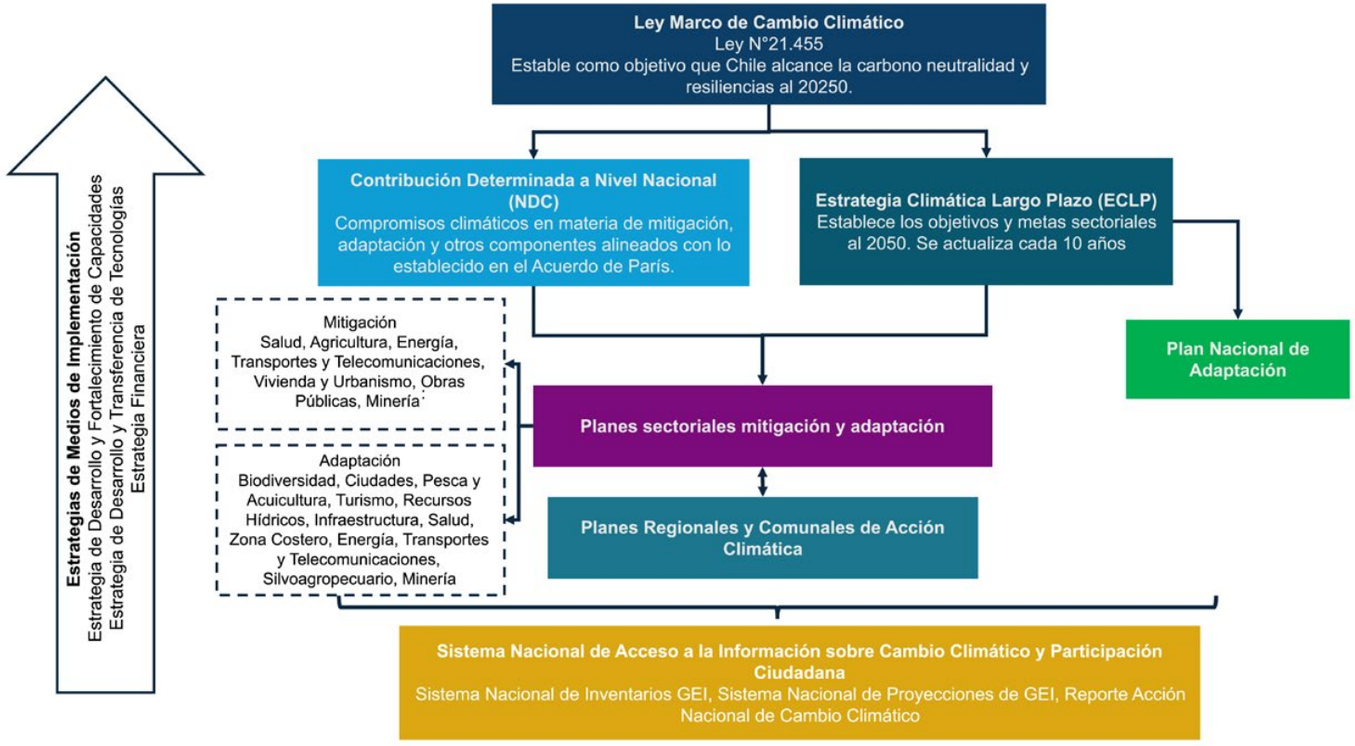


Figura 38: Vinculación de la NDC con otros instrumentos de Cambio Climático.
Fuente: MMA (2024).

BIBLIOGRAFÍA

Aceituno, P., Boisier, J. P., Garreaud, R., Rondanelli, R., & Rutllant, J. A. (2021). Climate and weather in Chile. Water resources of Chile, 7-29.

Alvarez-Garreton, C., Boisier, J.P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., Urrutia-Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Christie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023). Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, (ANID/FONDAP/1522A0001), 72 pp. Disponible en www.cr2.cl/seguridadhidrica

Araos, F., Saldívar, J. M., Lazo, A., & Ther-Ríos, F. (2019). Diálogos antropológicos para descifrar la crisis socioambiental en Chiloé. Cultura-hombre-sociedad, 29(1), 407-436. http://dx.doi.org/10.7770/0719-2789.2019.cuhso.02.a07

Arriagada, R., Aldunce, P., Blanco, G., Ibarra, C., Moraga, P., Nahuelhual, L., O'Ryan, R., Urquiza, A., & Gallardo, L. (2018). Climate change governance in the anthropocene: emergence of polycentrism in Chile. Elem Sci Anth, 6, 68. https://doi.org/10.1525/elementa.329

Banco Central de Chile (BCC). (2024a). Base de Datos Estadísticos (BDE). Estadísticas Monetarias y Financieras. Comercio Exterior. https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_DYB/MN_BDP42/BP6M_EXPORT/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2019&cbFechaTermino=2024&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

Banco Central de Chile (BCC). (2024b). Base de Datos Estadísticos (BDE). Cuentas Nacionales. Producto Interno Bruto (PIB), gasto e ingreso. https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_P1/637801087677220267?cbFechaInicio=2023&cbFechaTermino=2024&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

Banco Central de Chile (BCC). (2024c). Base de Datos Estadísticos. Mercado Laboral y Demografía. https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_EMP_REM_DEM/MN_EMP_REM_DEM13/ED_OREM3/a8b

Banco Mundial. (2021). *El Agua en Chile: Elemento de Desarrollo y Resiliencia.* https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/98e11a2f-86de-4191-8221-b2706b81fece/content

Banco Mundial. (2024). Datos de libre acceso del Banco Mundial. https://datos.bancomundial.org/pais/chile

Biblioteca del Congreso Nacional. (2016a). *Calidad del agua.* https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (1984, diciembre 27). LEY 18362 CREA UN SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO. https://www.bcn.cl/leychile/

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2014). Espacios Marítimos de Chile: Legislación, Declaraciones Oficiales y Tratados Internacionales. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/19709/5/Espacio%20Maritimo%20de%20Chile_v2.pdf

Biblioteca del Congreso Nacional. (2016b). *Ley N° 20.820, Crea el Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género.* Biblioteca Del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/historiapolitica/mujeres_en_el_congreso/historias_de_leyes?per=2006-&id=Historia_L20820

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2022, junio 13). LEY 21455 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO. https://www.bcn.cl/leychile/

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2023, septiembre 6). LEY 21600 Firma electrónica CREA EL SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS Y EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. www.bcn.cl/leychile. https://www.bcn.cl/leychile

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2024a). SIIT | División Política-Administrativa [Page]. Bcn.cl. https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/div_pol-adm.htm

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2024b). Sistema Nacional de Áreas Protegidas. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/35798/1/SNAP_PA_2024.pdf

Börgel, R. (1983). Geomorfología de Chile (Instituto Geográfico Militar). https://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/631/w3-article-350768.html

Casen. (2022). *Orientación Sexual e Identidad de Género. Encuesta Casen 2022.* https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2022/Resultados_Identidad_Genero_Orientacion_Sexual_Casen_2022.pdf

Centro de Cambio Global UC (CCG-UC). (2022). Desarrollo de Indicadores para el Monitoreo y Evaluación del Progreso de la Adaptación al Cambio Climático a Nivel Nacional. N° CHL/SDP/018/2020 para PNUD.

Centro de Estudios. (2023). *Informe Estadístico del Sistema Educacional con Análisis de Género 2023 (Con datos del año 2022).* https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/19641/DOC%20DE%20TRABAJO%2030_2023_fd02.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Centro de Estudios. (2024). *Resumen Estadístico de la Educación Oficial 2023.* https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/20072/APUNTES%2042_2024_fd02.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2010). Determinación de Erosión Potencial y Actual de Chile. Centro de Información de Recursos Naturales. https://inventarioerosion.ciren.cl/resultados/

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2013). Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos en la Isla de Pascua: Informe final. (Pub. CIREN N°177). https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/6514f7c7-aa7b-4885-b450-0ecdaa463a2f

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2022a). Resultados Erosión del Suelo Macrozona Centro-Sur. https://inventarioerosion.ciren.cl/resultados/#macrozona-centro-sur

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2022b). Resultados Erosión del Suelo Macrozona Sur. https://inventarioerosion.ciren.cl/resultados/#macrozona-sur

CGE Trainings Materials. (2021). Resumen de los arreglos institucionales, incluida la gestión de datos para la transparencia.

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2024a). Energía Abierta. Generación Bruta ERNC. http://energiaabierta.cl/visualizaciones/generacion-bruta-ernc/

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2024b). Energía Abierta. Capacidad instalada. http://energiaabierta.cl/visualizaciones/capacidad-instalada/

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2024c). Energía Abierta. Balance nacional de energía. http://energiaabierta.cl/visualizaciones/balance-de-energia/

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2024d). Energía Abierta. Importaciones y exportaciones de hidrocarburos. http://energiaabierta.cl/visualizaciones/importaciones-y-exportaciones/

CONAF. (2023). Sistema de Información Territorial—Cifras oficiales Catastros Usos de La Tierra y recursos Vegetacionales. https://sit.conaf.cl/

Convención Marco de las Naciones Unidas por el Cambio Climático (CMNUCC). (2002). Medidas adoptadas por la conferencia de las partes en su octavo periodo de sesiones. Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2004). Informando sobre Cambio Climático: Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC.

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2018). Preparativos para la aplicación del Acuerdo de París y la celebración del primer periodo de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París. Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2019). *Versión mejorada del programa de trabajo de Lima sobre el género y su plan de acción sobre el género.* https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2019_L03S.pdf

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2023). Manual técnico para las Partes que son países en desarrollo sobre la preparación para la aplicación del marco de transparencia reforzado según el Acuerdo de París. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ETF%20Handbook-Edt2_ES.pdf

DEUMAN & Anthesis Lavola. (2022). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile.

Díaz, P. A., Álvarez, G., Varela, D., Pérez-Santos, I., Díaz, M., Molinet, C., Seguel, M., Aguilera-Belmonte, A., Guzmán, L., Uribe, E., Rengel, J., Hernández, C., Segura, C., & Figueroa, R. I. (2019). Impacts of harmful algal blooms on the aquaculture industry: Chile as a case study. Perspect. Phycol, 6(1-2), 39-50. doi:10.1127/pip/2019/0081

DIFROL. (2018). Esquicio de Chile. https://www.difrol.cl/descarga-esquicio-de-chile/

DIFROL. (2023). Descarga Limite Internacional. https://www.difrol.cl/descargar_limite/

DIPRES. (2023). Gasto presupuestario en inversión pública en materias relativas a cambio climático, año 2022. Revisión de iniciativas de inversión. Disponible en: https://www.dipres.gob.cl/598/articles-316674_doc_pdf.pdf

Dirección de Presupuestos (DIPRES), Gobierno de Chile. (2024). Deuda Bruta del Gobierno de Chile. Recuperado de: https://www.dipres.gob.cl/598/articles-336824_doc_pdf.pdf

Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile (DIRECTEMAR). (2024). Boletín Estadístico Marítimo Datos 2023. Edición 2024. Recuperado de: https://www.directemar.cl/directemar/site/docs/20240715/20240715152950/bem2024.pdf

Dirección Meteorológica de Chile (DMC). (2021). Reporte climatológico. Disponible en: https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/documentoPdf/reporteClimatologico/reporteClimatologico-2021.pdf

Dirección Meteorológica de Chile (DMC). (2024). Reporte anual de la evolución del Clima en Chile. Disponible en: https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/documentoPdf/reporteEvolucionClima/reporteEvolucionClima2023.pdf

Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención. (2003). Medidas adoptadas por la Conferencia de Las Partes en su octavo periodo de sesiones. Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención.

Equipo Servicio de Información en Educación Superior (SIES). (2024). *Informe de Matrícula en Educación Superior en Chile 2024.* https://educacionsuperior.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/49/2024/07/2024-MATRICULA-VF-1.pdf

Errázuriz, A. M., Cereceda, P., González, J. I., González, M., Henríquez, M., & Rioseco, R. (1998). Manual de geografía de Chile (3ra Edición). Andrés Bello.

EUROCLIMA+. (2021). Nota Conceptual. Curso de capacitación "Preparando el desarrollo de Estrategias Climáticas de Largo Plazo (ECLP) en América Latina". Disponible en: https://www.euroclima.org/images/Components/Gobernanza_climatica/Documentos/Nota-Curso.pdf

Garreaud, R. (2023). Análisis (CR)2 | Vuelven los gigantes: un análisis preliminar de la tormenta ocurrida entre el 21 y 26 de junio de 2023 en Chile central. Recuperado el 16 de julio de 2024 de: https://www.cr2.cl/analisis-cr2-vuelven-los-gigantes-un-analisis-preliminar-de-la-tormenta-ocurrida-entre-el-21-y-26-de-junio-de-2023-en-chile-central/

Gobierno de Chile. (2020). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, actualización 2020.* https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/NDC_2020_Espanol_PDF_web.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 - Impacts, Adaptation and Vulnerability.* Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

International Planned Parenthood Federation (IPPF). (2022). *Annual Performance Report 2022.* IPPF. https://www.ippf.org/resource/2022-annual-performance-report#:~:text=IPPF%20delivered%20a%20total%20of,of%2010%20million%20in%202022

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017a). Proyecciones de Población [Cuadros Estadísticos]. http://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017b). Síntesis de Resultados Censo 2017 [Dataset].

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2022a). ESTIMACIÓN DE PERSONAS EXTRANJERAS RESIDENTES HABITUALES EN CHILE [Dataset]. https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/demografia-y-migracion

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2022b). VIII Censo Agropecuario y Forestal, año agrícola 2020 - 2021, INE-Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). Permisos de circulación. https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/permiso-de-circulacion

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024a). Estadísticas Vitales. Default. http://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/nacimientos-matrimonios-y-defunciones

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024b). Todo sobre el censo. Censo 2024. https://censo2024.ine.gob.cl/todo-sobre-el-censo/

International Energy Agency (IEA). (2024d). Chile. Electricity. Recuperado de: https://www.iea.org/countries/chile/electricity

Mann, S., McKay, T., & Gonzales, G. (2024). Climate change-related disasters & the health of LGBTQ+ populations. *The Journal of Climate Change and Health, 18,* 100304. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2024.100304

Mardones, J. I., Holland, D. S., Anderson, L., Le Bihan, V., Gianella, F., Clément, A., ... & Trainer, V. L (2020). Estimating and Mitigating the Economic Costs of Harmful Algal Blooms on Commercial and Recreational Shellfish Harvesters. PICES Scientific Report No. (59), 66-83.

Mascareño, A., Cordero, R., Azócar, G., Billi, M., Henríquez, P. A., & Ruz, G. A. (2018). Controversies in social- ecological systems: lessons from a major red tide crisis on Chiloe Island, Chile. Ecology and Society, 23(4):15. https://doi.org/10.5751/ES-10300-230415

Ministerio de Agricultura (MINAGRI). (2024). Anteproyecto Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario 2023 - 2027. https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/73083/Anteproyecto_ANCC%20SAP24.11.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia). (2021). Estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile. Santiago de Chile. https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/2d/6d/2d6d9ed6-f092-4a26-ae1c-917a7f90975d/estrategia_de_transferencia_tecnologica_para_el_cambio_climatico.pdf

Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF). (2022). Observatorio Social Pobreza Multidimensional, CASEN 2022. https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2022/Resultados%20pobreza%20multidimensional%20Casen%202022.pdf

Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF). (2023). Encuesta de caracterización socioeconómica nacional CASEN 2022. https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2022

Ministerio de Educación. (2009). *DFL 2 FIJA TEXTO REFUNDIDO, COORDINADO Y SISTEMATIZADO DE LA LEY Nº20.370 CON LAS NORMAS NO DEROGADAS DEL DECRETO CON FUERZA DE LEY Nº 1, DE 2005.* Biblioteca Del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1014974

Ministerio de Educación. (2018). *LEY 21105 CREA EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN.* Biblioteca Del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1121682

Ministerio de Energía (Minenergía) y Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT). (2023). Hoja de ruta para el avance de la electromovilidad en Chile. Acciones concretas al 2026 para masificar el uso de esta tecnología. https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2023/08/documento-electromovilidad.pdf

Ministerio de Minería (Minminería). (2024). Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería. https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/pscc-mineria

Ministerio de Hacienda de Chile (MdH). (2024). Estado de la Hacienda Pública 2023. https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/presupuesto-nacional/estado-de-la-hacienda-publica/estado-de-la-hacienda-publica-2023/estado-de-la-hacienda-publica-2023-documento-completo

Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género. (2023a). *Informe de Seguimiento de Mesa LGBTIQA+.* https://minmujeryeg.gob.cl/wp-content/uploads/2023/12/Informe-Seguimiento-Agenda-Mesa-LGBTIQA-2023-1-1.pdf

Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género. (2023b). *Plan Nacional por el Derecho a Vidas Libres de Violencia de Género para Mujeres, Niñas y Diversidad 2022-2030.* https://minmujeryeg.gob.cl/wp-content/uploads/2023/11/PLAN-VCM.pdf

Ministerio de la Mujer y la Equidad de género. (2023c). *4º Plan Nacional de Igualdad | Entre mujeres y hombres 2018-2030.* https://minmujeryeg.gob.cl/wp-content/uploads/2023/10/CUARTO-PLAN-NACIONAL-DE-IGUALDAD.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (s.f.). *Invasión Biológica.* Retrieved July 24, 2024, from https://especies-exoticas.mma.gob.cl/invasiones-biologicas/

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2018). Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2019). Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/#objetivo_capitulo

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2021a). Cuarta Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/4NC_Chile_Spanish.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2021b). Registro Nacional de Áreas Protegidas. http://bdrnap.mma.gob.cl/app-reportes/#/repAreasProtegidasXDecenio

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2022a). 5to Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/12/Informe_5IBA_2022.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2022b). Primera Comunicación de Adaptación de Chile. https://unfccc.int/sites/default/files/ACR/2022-12/Comunicación%20de%20Adaptación%202022.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2022c). Guía de Evaluación Ambiental Estratégica para incorporar el cambio climático en Instrumentos de Ordenamiento y Planificación Territorial. Recuperado de: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/08/Guia-de-Evaluacion-Ambiental-Estrategica-para-incorporar-el-Cambio-Climatico-en-Instrumentos-de-Ordenamiento-y-Planificacion-Territorial.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2022d). Ley 21.455 Ley Marco de Cambio Climático. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2023). *Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes | 2021, RETC.* https://retc.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/12/Informe-Consolidado-de-Emisiones-y-Transferencias-de-Contaminantes-del-RETC-2021.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2024a). Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente 2023. https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/#objetivo_capitulo

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2024b). SISTEMA DE INFORMACIÓN Y MONITOREO DE BIODIVERSIDAD - SIMBIO. https://simbio.mma.gob.cl/

Ministerio de Medio Ambiente y Banco Interamericano de Desarrollo. (2024). Hoja de ruta para la gestión climática a escala comunal en Chile. Estrategias para la elaboración de PACCC.

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2015). Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/12/Guia-de-orientacion-para-la-eae-en-Chile.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2023d). Reglamento que establece los Sistemas de Información sobre Cambio Climático. Disponible en: https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/storage/consultation/QreGrdHOe8aMys28n2bNOBcj6OoAU3lqeJva7p5Q.pdf

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2024c). Proceso de Elaboración de la Contribución Determinada a Nivel Nacional 2025-2030. Disponible en: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/06/2024-04-25-Actualizacion-NDC.pdf

Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel). (s.f.). Chile en el Exterior. Transporte y telecomunicación. https://www.chile.gob.cl/chile/transporte-y-telecomunicacion

Ministerio de Salud (Minsal). (s.f.). *Departamento de Estadísticas e Información de Salud.* Retrieved July 24, 2024, from https://deis.minsal.cl/

Ministerio de Salud (Minsal). (2024). *Ministerio de Salud refuerza medidas por hallazgo del zancudo transmisor de Dengue.* Ministerio de Salud. https://www.minsal.cl/ministerio-de-salud-refuerza-medidas-por-hallazgo-del-zancudo-transmisor-de-dengue/

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2022). Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS). Disponible en: https://www.subtrans.gob.cl/wp-content/uploads/2022/11/Documento-oficial-ENMS-2023-SECTRA.pdf

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT). (2024a). Observatorio Logístico. Toneladas Transportadas en Ferrocarril por Tipo de Carga. Recuperado de: https://datos.observatoriologistico.cl/dataviews/226388/toneladas-transportadas-en-ferrocarril-por-tipo-de-carga/

Ministerio de transporte y Telecomunicaciones (MTT). (2024b). Junta de Aeronáutica Civil. Estadísticas Históricas Tráfico Aéreo. Recuperado de: https://www.jac.gob.cl/wp-content/uploads/2024/07/BD_Trafico_aereo-2014-2024-3.xls

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2021). Ley 21.364. Establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, Sustituye la Oficina Nacional de Emergencia por el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, y adecua normas que indica. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163423

Moraga, P., Salinas, E., Sameshima, S., & Osses, C. (2024). Seguimiento de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático. https://leycambioclimatico.cl/wp-content/uploads/2024/05/Analisis-N7-A-un-ano-de-la-LMCC-Seguimiento-de-la-implementacion-de-la-LMCC.pdf

Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible (CIMAS). (2009). Metodologías participativas: Manual. Disponible en: https://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/manual_2010.pdf

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2020). Coyuntura Internacional: situación del comercio exterior silvoagropecuario post Covid-19. https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/70560?show=full

Oficina de Evaluación Ambiental (OEA), Ministerio de Medio Ambiente. (2022). Guía de Evaluación Ambiental Estratégica para incorporar el Cambio Climático en Instrumentos de Ordenamiento y Planificación Territorial. Recuperado de: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-15-Guia-EAE-y-Cambio-Climatico.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2004). Guía metodológica de sistematización. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/27cb47b2-8a89-46de-8c09-257d64d464d8/content

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Ambient (outdoor) air pollution.* Organización Mundial de La Salud (OMS). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

PNUD (2023). ¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático? Guía metodológica para su formulación paso a paso. Santiago de Chile. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible en: https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/06/Guia-PACCC.pdf

Sarricolea, P., Herrera-Ossandón, M., & Meseguer-Ruiz, Ó. (2017). Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps.* 13(2):66-73. https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1259592

SEG Estadísticas de Género. (2022). *Ministerios de Ciencia y del Medioambiente se integran a la Subcomisión de Estadísticas de Género.* https://www.estadisticasdegenero.cl/ministerios-de-ciencia-y-del-medioambiente-se-integran-a-la-subcomision-de-estadisticas-de-genero/

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2023). Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Recuperado de: https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2023/11/14/MET-Cambio-Climatico_2a-Ed.pdf

Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin). (2024). Anuario de la Minería de Chile 2023. https://www.sernageomin.cl/pdf/Anuario_de_la_mineria_de_chile_2023.pdf

Subsecretaría de Educación Parvularia. (2022). *Informe de Caracterización de Educación Parvularia Oficial 2022.* https://parvularia.mineduc.cl/wp-content/uploads/2023/04/Informe-Caracterizacion-Oficial-2022.pdf

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). (2024). Informe sectorial de pesca y acuicultura consolidado (2022-2023). https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-121323_documento.pdf

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). (2023). Informe de Coberturas Sanitarias 2023. https://www.siss.gob.cl/586/articles-23250_recurso_1.pdf

Sunesen, I., Méndez, S. M., Mancera-Pineda, J. E., Bottein, M. Y. D., & Enevoldsen, H. (2021). The Latin America and Caribbean HAB status report based on OBIS and HAEDAT maps and databases. Harmful Algae, 102, 101920. https://doi.org/10.1016/j.hal.2020.101920

Ugarte, A., Romero, J., Farías, L., Sapiains, R., Aparicio-Rizzo, P., Ramajo, L., Aguirre, C., Masotti, I., Jacques, M., Barrera, F., Billi, M., Boisier, J., Carbonell, P., De la Maza, L., De la Torre, M., Espinoza-González, O., Faúndez, J., Muñoz, F., Garreaud, R., Guevara, G., González, M., Guzmán, L., Ibáñez, J., Ibarra, C., Marín, A., Mitchell, R., Moraga, P., Narváez, D., O'Ryan, R., Pérez, C., Pilgrin, A., Pinilla, E., Rondanelli, R., Salinas, M., Sánchez, R., Sanzana, K., Segura, C., Valdebenito, P., Valenzuela, D., Vásquez S., & Williams, C. (2022). "Marea roja" y cambio global: elementos para la construcción de una gobernanza integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009), 84 pp. Disponible en www.cr2.cl/fan

Valenzuela, J. (2024). Dengue: cambio climático podría favorecer el establecimiento de insecto vector en Chile. *Noticias UdeC.* https://noticias.udec.cl/dengue-cambio-climatico-podria-favorecer-el-establecimiento-de-insecto-vector-en-chile/

van Dongen, R., Scherler, D., Wendi, D., Deal, E., Mao, L., Marwan, N., & Meier, C. I. (2022). El Niño Southern Oscillation (ENSO)-induced hydrological anomalies in central Chile. *EGUsphere, 2022,* 1-31. https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-1234, 2022

Vásquez, A., Villamarín, G., Pacha, M. J., & Clements, R. (2021). Manual de gestión para la integración del enfoque de género en la acción climática. Ministerio de Medio Ambiente de Chile, Naciones Unidas Chile y Fundación Futuro Latinoamericano.

Vicuña, S.*, Aldunce, P., Stehr, A., Cid, F., Rivera, A., Alencar, K., Álvarez, C., Barton, J., Berger, J.J., Berroeta, C., Boisier, J.P., Bustos, E., Bustos, S., Correa, T., Cortés, S., Cubillos, L., De la Barrera, F., Donoso, F., Farías, L., Farías, D., Fuster, R., Gese, P., Godoy, A., Guerra, L., Guida, C., Ibarra, C., Jadrijevic, M., Jiliberto, R., Lillo, G., Medel, E., Meruane, C., Meza, F., Montedónico, M., - Muñoz, J.C., Muñoz, L., Musalem, M., Navarro, A., Ovalle, C., Palma, R., Pelano, C., Pica, A., Piquer, J., Poblete, D., Ponce, R., Repetto, P., Rojas, M., Rudnick, A., Santis, G., Selles, J.I., Silva, C., Silva, M., Soto, D., Ureta, S., Vargas, C., Vida, G., Winckler, P. 2019. Lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación: Aplicación de recursos hídricos. Informe de las mesas Adaptación y Agua. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. 35p.

World Integrated Trade Solution (WITS). (2024). Chile Datos comerciales básicos: Valor más reciente. RESUMEN DEL COMERCIO CHILE. Recuperado de: https://wits.worldbank.org/countrysnapshot/es/chl/textview#:~:text=M%C3%A1s%20abajo%2C%20se%20encuentran%20las,y%20una%20proporci%C3%B3n%20de%2052.16%25

Foto: Daniela Madrazo O.

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990–2022

2

Foto: Arturo Espinosa C.

COLABORADORES

Equipo coordinador

Kevin Basoa, Richard Martínez, Paula Carrasco (Ministerio del Medio Ambiente).

Equipo técnico de Energía

Rubén Guzmán, Héctor Ocampo, Ignacio Soto (Ministerio de Energía).

Equipo técnico de IPPU

Paula Carrasco, Kevin Basoa (Ministerio del Medio Ambiente); María Dolores González (Ministerio del Medio Ambiente, Unidad de Ozono).

Equipo técnico de Agricultura

Ignacio Beltrán, Francisco Salazar, Carol Ricciardi (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA); Paulo Cornejo (CBIT-GSP (UNEP-CCC)).

Equipo técnico de UTCUTS

Yasna Rojas, Rodrigo Sagardía, Carlos Bahamondez (Instituto Forestal, INFOR); Abraham Albornoz, Natalia Becar, Georgina Trujillo, Francoise Pincheira, Elke Huss (Corporación Nacional Forestal ,CONAF).

Equipo técnico de Residuos

Kevin Basoa (Ministerio del Medio Ambiente); Macarena Avilés (Profesional independiente).

Apoyos transversales

José Miguel Valdés (Ministerio del Medio Ambiente, Global Water Partnership (GWP)) Bruno Campos, Cesar Contreras (Ministerio del Medio Ambiente, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)) Guadalupe Martínez (Profesional independiente)

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, Serie 1990-2022

1IBT 5CN

ÍNDICE

2.1 INTRODUCCIÓN 113

2.1.1 ANTECEDENTES GENERALES 113
2.1.2 ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS INGEI DE CHILE 114
2.1.3 PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DEL INGEI DE CHILE 116
2.1.4 METODOLOGÍA Y PRINCIPALES FUENTES DE INFORMACIÓN 117
2.1.5 CATEGORÍAS PRINCIPALES 119
2.1.6 EVALUACIÓN GENERAL DE LA INCERTIDUMBRE 122
2.1.7 EVALUACIÓN GENERAL DE LA EXHAUSTIVIDAD 122

2.2 TENDENCIA NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 123

2.2.1 TENDENCIAS DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI POR SECTOR 125
2.2.2 TENDENCIAS DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES POR GEI 126
2.2.3 INDICADORES DE INTENSIDAD DE GEI 128
2.2.4 TENDENCIA DE LAS EMISIONES DE GEI POR AUTORIDAD SECTORIAL 128

2.3 SECTOR ENERGÍA (1) 130

2.3.1 PANORAMA GENERAL 130
2.3.2 INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA (1.A.1.) 130
2.3.2.1 Producción de electricidad y calor como actível artículo 4 del Acue.a.) 131
2.3.3 INDUSTRIAS MANUFACTURERAS Y DE LA CONSTRUCCIÓN (1.A.2.) 132
2.3.4 TRANSPORTE (1.A.3.) 132
2.3.5 OTROS SECTORES (1.A.4.) 133
2.3.6 COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO DE REFERENCIA Y EL MÉTODO SECTORIAL 134

2.4 SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (2) 135

2.4.1 PANORAMA GENERAL 135
2.4.2 USO DE PRODUCTOS COMO SUSTITUTOS DE LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO (2.F.) 136

2.5 SECTOR AGRICULTURA (3) 137

2.5.1. PANORAMA GENERAL 137
2.5.2 FERMENTACIÓN ENTÉRICA (3.A.) 138
2.5.3 SUELOS AGRÍCOLAS (3.D.) 138

1IBT 5CN

ÍNDICE

2.6 SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (4) 139

2.6.1 PANORAMA GENERAL 139
2.6.2 TIERRAS FORESTALES (4.A.) 140

2.7 SECTOR RESIDUOS (5) 142

2.7.1 PANORAMA GENERAL 142
2.7.2 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (5.A.) 142
2.7.3 TRATAMIENTO Y DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES (5.D.) 143

2.8 NUEVOS CÁLCULOS 144

2.9 INVENTARIOS REGIONALES DE GEI 146

2.9.1 INVENTARIOS REGIONALES DE GEI 146
2.9.1.1 Tendencias regionales de GEI 146
2.9.1.2 Resultados sectoriales para 2022 147
2.9.2 IRGEI GPC 148
2.9.2.1 Metodología 149
2.9.2.2 Resultados 149

2.10 INVENTARIO NACIONAL Y REGIONAL DE CARBONO NEGRO 150

2.10.1 CONTEXTO NACIONAL 150
2.10.2 DEFINICIÓN 150
2.10.3 TENDENCIA DE LAS EMISIONES DE CARBONO NEGRO 150

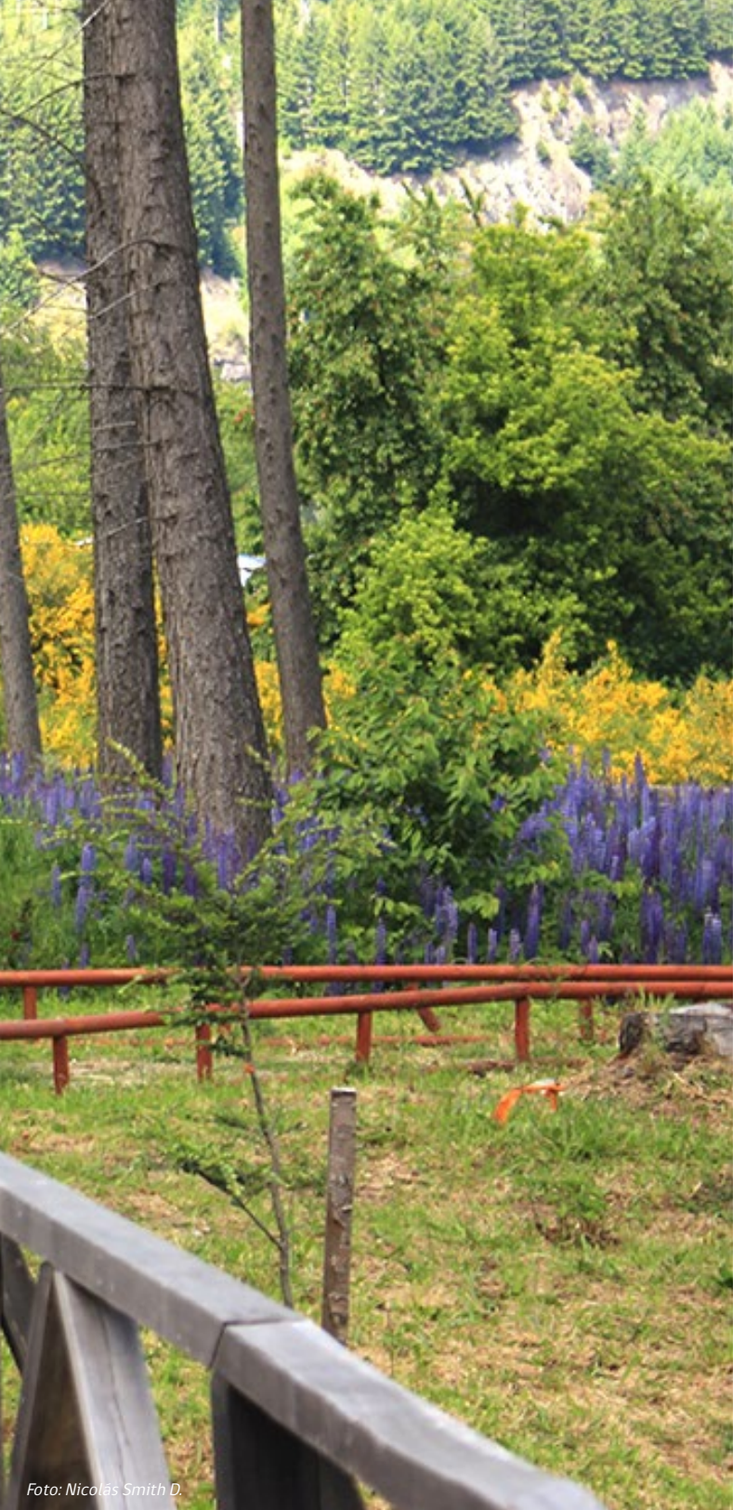


Foto: Nicolás Smith D.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Potenciales de calentamiento atmosférico usados en el INGEI de Chile 117

Tabla 2: Principales datos y fuentes de información sectoriales 118

Tabla 3: Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2022, de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2, de todas las categorías del INGEI 119

Tabla 4: Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2022, de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2, sin considerar el sector UTCUTS 120

Tabla 5: INGEI de Chile: emisiones antropogénicas por fuente o sumidero para todos los GEI, no controlados por el Protocolo de Montreal, para 2022 123

Tabla 6: INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt de CO_2eq) por sector, serie 1990-2022 125

Tabla 7: INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2eq) por gas, serie 1990-2022 126

Tabla 8: INGEI de Chile: emisiones de GEI (Mt de CO_2eq) por autoridad, serie 2010-2022 129

Tabla 9: Nuevos cálculos: comparación de los balances de GEI (kt de CO_2eq) del INGEI 5to IBA (serie 1990-2020) e INGEI 1er IBT (serie 1990-2022) 144

Tabla 10: Resultado de emisiones y absorciones por cada región política de Chile, según sector del Inventario Nacional de GEI. Las emisiones y absorciones son presentadas en kt de CO_2eq para el año 2022 148

Tabla 11: INCN de Chile: emisiones de CN (kt) por sector, serie 1990-2022 150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura organizacional del SNICHILE 114

Figura 2: Proceso de actualización del INGEI de Chile 116

Figura 3: INGEI de Chile: Emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2022. El balance entre emisiones y absorciones se presenta con una línea negra 125

Figura 4: INGEI de Chile: Balance entre emisiones y absorciones de CO_2 y emisiones de los demás GEI por gas, serie 1990-2022. 127

Figura 5: INGEI de Chile: emisiones de GEI total por gas, serie 1990-2022 127

Figura 6: INGEI de Chile: balance per cápita y emisiones per cápita, serie 1990-2022 128

Figura 7: INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI por autoridad sectorial, serie 2010-2022 129

Figura 8: Sector Energía: emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 130

Figura 9: Industrias de la energía (1.A.1.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 130

Figura 10: Producción de electricidad y calor como actividad principal: generación eléctrica por tipo de fuente y emisiones de GEI, serie 1990-2022 131

1IBT 5CN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 11: Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 132
Figura 12: Minería y cantería (1.A.2.i.): emisiones de GEI por tipo de actividades mineras, serie 1990-2022 132
Figura 13: Transporte (1.A.3.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 133
Figura 14: Otros sectores (1.A.4.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 133
Figura 15: Actividades de quema de combustible: diferencia porcentual entre las emisiones de CO_2 del Método sectorial y el Método de referencia, serie 1990-2022 134
Figura 16: Sector IPPU: emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022 135
Figura 17: Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 136
Figura 18: Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1): emisiones de GEI por tipo de emisión, serie 1990-2022 136
Figura 19: Sector Agricultura: emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022 137
Figura 20: Fermentación entérica (3.A.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 138
Figura 21: Suelos agrícolas (3.D.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 138
Figura 22: Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI por categoría, serie 1990-2022 139
Figura 23: Tierras forestales (4.A.): emisiones y absorciones de GEI por depósito de carbono, serie 1990-2022 140
Figura 24: Incendios forestales en tierras forestales que permanecen como tal: superficie anual afectada por incendios y emisiones de CO_2, serie 1990-2022 141
Figura 25: Sector Residuos: emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022 142
Figura 26: Disposición de residuos sólidos (5.A.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 143
Figura 27: Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022 143
Figura 28: Nuevos cálculos: comparación de los balances de GEI del INGEI 5to IBA serie (1990-2020) e INGEI 1er IBT (serie 1990-2022) 144
Figura 29: Nuevos cálculos: diferencia de las emisiones de GEI del INGEI 5to IBA serie (1990-2020) e INGEI 1er IBT (serie 1990-2022) 145
Figura 30: Comparación del INGEI 1er IBT considerando distintos PCA 145
Figura 31: Balance de emisiones anuales de GEI por región política de Chile, expresados en CO_2eq para los años 1990, 2000, 2010, 2020 y 2022 146
Figura 32: Emisiones y absorciones de GEI, según región política de Chile, expresados en CO_2eq para el año 2022 147
Figura 33: Diagrama de flujo de emisiones de GEI regionales por metodología GPC 149
Figura 34: INCN de Chile: emisiones de CN, serie 1990-2022 151
Figura 35: Sector Energía (1.): emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022 151
Figura 36: Emisiones anuales de CN por región política de Chile para los años 1990, 2000, 2010, 2020 y 2022 152

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo es el resumen del Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2022[1], que corresponde al octavo Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INGEI de Chile), presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en cumplimiento con el Acuerdo de París, Artículo 13, párrafo 7, del año 2015[2].

El INGEI de Chile abarca solo el territorio nacional continental, ya que no se estiman todas las fuentes correspondientes al territorio insular y antártico. Incluye las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropógeno no controlados por el Protocolo de Montreal, siendo éstos: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6), de acuerdo con lo señalado en las modalidades, procedimiento y guías del marco de trabajo para la transparencia (MPG, por su sigla en inglés) del Acuerdo de París[3], relacionado con los reportes de GEI. El inventario actual no incluye emisiones de trifluoruro de nitrógeno (NF_3), ya que no se cuenta con información sobre si estas emisiones ocurren o no en el país. Además, se incluyen las emisiones de gases precursores en una serie temporal anualizada que va desde 1990 a 2022 y las emisiones de carbono negro, un forzante climático de vida corta (SLCF, por su sigla en inglés), en la misma serie temporal. Los resultados de las estimaciones de GEI y gases precursores son presentados a nivel nacional y regional; en kilotoneladas (kt); y hacen referencia a 2022, último año del inventario, a menos que se especifique algo distinto. Los números positivos representan emisiones de GEI y gases precursores, mientras que los negativos corresponden a absorciones de GEI.

En la sección 1 se presentan los antecedentes generales sobre el INGEI de Chile, arreglos institucionales, proceso de actualización, metodología, categorías principales, incertidumbre y exhaustividad. En la sección 2 se detalla la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI en Chile. De las secciones 3 a 7 se presenta un resumen general de los cinco sectores: Energía; Procesos industriales y uso de productos; Agricultura; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; y Residuos. En la sección 8 se resumen los cambios en las emisiones, producto de la actualización del inventario. En la sección 9 se presentan los inventarios regionales de GEI y finalmente, en la sección 10, el inventario nacional y regional de carbono negro.

2.1.1 Antecedentes generales

El 21 de marzo de 1994 entró en vigor la CMNUCC, ratificada por Chile el mismo año, con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Para lograr dicho objetivo, todos los países miembros de la CMNUCC deben elaborar, actualizar, publicar y facilitar periódicamente inventarios nacionales de GEI (INGEI).

Los INGEI consisten en un listado numérico exhaustivo de la estimación de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos hacia la atmósfera, en un área y un periodo específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Los INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana, de tal manera de evidenciar sus implicancias en el cambio climático.

Para una cuantificación que asegure credibilidad, consistencia y comparabilidad entre los INGEI, tanto nacionales como internacionales, la CMNUCC propone adoptar las directrices metodológicas elaboradas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para la elaboración o actualización de sus inventarios. De acuerdo con estas directrices, los INGEI se constituyen por sectores económicos que se agrupan según características relativas en los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI. Estos sectores son: Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU, por su sigla en inglés); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por su sigla en inglés). Cabe mencionar que bajo el trabajo de la CMNUCC los sectores de reporte son los mismos, salvo el sector AFOLU, el que se separa en Agricultura y Usos de la Tierra, Cambio del uso de la Tierra y silvicultura (UTCTUS), lo que deja al inventario de Chile con 5 sectores de reporte, siguiendo lo señalado en las MPG (párrafo 50).

Según los acuerdos internacionales, los países en desarrollo, como Chile, deben presentar sus INGEI ante la CMNUCC como parte de las comunicaciones nacionales (cada cuatro años)[4] y de los Informes Bienales de Actualización (IBA, cada dos años a partir de 2014)[5]. Sin perjuicio de lo anterior, por medio de la Decisión 14/CMA.1 adoptada en la COP 26 de Glasgow (2021), se estableció la obligación de presentar los Informes Bienales de Transparencia (IBT), en reemplazo de los IBA a partir de 2024.

[1] El Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022 es incluido como anexo técnico del 1er Informe Bienal de Transparencia de Chile presentado ante la CMNUCC.
[2] https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
[3] https://unfccc.int/documents/184700
[4] Decisión 1/CP. 16 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf
[5] Decisión 1/CP. 17 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf

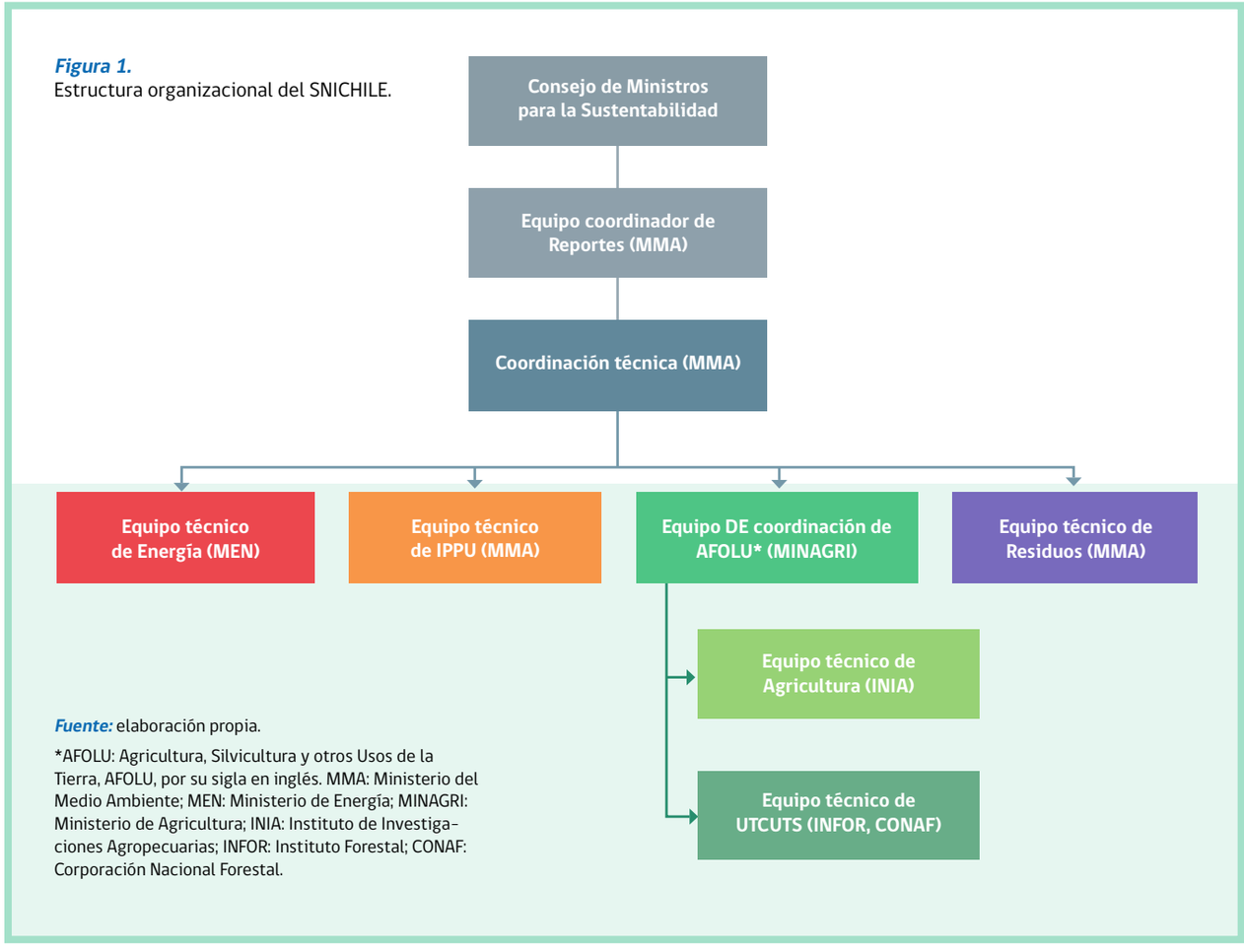
2.1.2 Arreglos institucionales para la elaboración de los INGEI de Chile

En respuesta ante los compromisos adquiridos por el país en materia de reporte y presentación de sus INGEI ante las Naciones Unidas, la División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente de Chile diseñó, implementó y ha mantenido, desde 2012, el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE). Este sistema se oficializará una vez se apruebe el Reglamento del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana (SNAICC), establecido en el título V, artículo 27 de la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N° 21.455). Este contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento para la actualización bienal del INGEI de Chile, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de la preparación de los INGEI en el país y mantener la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.

El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción que cubren las áreas y actividades requeridas para el cumplimiento de los objetivos. Estas líneas de acción son:

a) **Operación del SNICHILE:** gestión permanente del SNICHILE mediante la mantención de una estructura orgánica, con roles y responsabilidades definidas. El SNICHILE posee una estructura organizacional coordinada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), internalizada en el aparato estatal, e independiente de otros inventarios de contaminantes. Así, el INGEI de Chile es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de los Ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, que trabajan coordinadamente en el marco del SNICHILE. Este esfuerzo transversal ha robustecido la elaboración del INGEI de Chile al sumar el saber experto de los diferentes Ministerios participantes. El SNICHILE está compuesto por el Equipo Técnico Nacional (Equipo Técnico Coordinador, Equipo coordinador AFOLU y Equipos Técnicos Sectoriales), el Equipo Coordinador de Reportes, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, y Expertos Internos y Externos (Figura 1).

Figura 1.
Estructura organizacional del SNICHILE.



Fuente: elaboración propia.

*AFOLU: Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra, AFOLU, por su sigla en inglés. MMA: Ministerio del Medio Ambiente; MEN: Ministerio de Energía; MINAGRI: Ministerio de Agricultura; INIA: Instituto de Investigaciones Agropecuarias; INFOR: Instituto Forestal; CONAF: Corporación Nacional Forestal.

Considerando que a la fecha no ha sido promulgado el Reglamento SNAICC, dentro de la estructura organizativa del Equipo Técnico Nacional los roles quedarán definidos de la siguiente forma:

- **Equipo Técnico Coordinador (ETC):** encargado principal de la elaboración del inventario de Chile y por lo tanto, de la ejecución de las actividades estipuladas en la planificación. Así también se encarga de prestar apoyo a los equipos sectoriales, organizar las reuniones y canalizar financiamiento internacional, así como actividades de creación y mantención de capacidades. El ETC es el encargado de dirigir las actividades de control y garantía de la calidad; y el archivo y comunicación. El ETC está conformado por el Coordinador del SNICHILE del MMA y un (1) profesional de apoyo.

- **Equipos Técnicos Sectoriales (Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos):** equipos encargados de la actualización de sus respectivos inventarios sectoriales. Son los encargados de aplicar actividades de control de calidad a sus inventarios; de elaborar e implementar planes de mejora continua; y de gestionar, con apoyo del ETC, los recursos necesarios para su adecuado desarrollo. Los equipos técnicos están conformados de acuerdo con sus necesidades particulares, así como a los recursos disponibles.

- **Equipo coordinador de AFOLU:** encargado de coordinar la comunicación entre los equipos técnicos de Agricultura y UTCUTS; y de mantener la coherencia metodológica y las definiciones transversales a estos sectores.

b) Actualización del INGEI de Chile: implementación y mantención de la planificación bienal del INGEI con actividades, plazos y presupuestos que guían el trabajo permanente del Equipo Técnico Nacional. En general, en el primer año del ciclo bienal de la planificación se actualizan los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI), mientras que en el segundo año se compilan y desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile; el inventario de carbono negro; los inventarios locales de GEI; y se elaboran los reportes respectivos (el Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile y los capítulos para los IBA o las comunicaciones nacionales, según corresponda) y otros elementos de difusión.

c) Sistema de garantía y control de calidad: mejoramiento de la calidad del INGEI de Chile (transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud) mediante el establecimiento y la implementación de procedimientos de garantía y control de la calidad, y de verificación. Desde 2015, el SNICHILE implementó un Sistema de Garantía y Control de la Calidad (SGCC) acorde con las buenas prácticas del IPCC para la elaboración del INGEI. Además, para identificar y priorizar las potenciales mejoras del INGEI de Chile, se elabora un Plan de Mejoramiento Continuo, que incluye mejoras a todos los sectores en diferentes plazos de implementación dependiendo del tipo de ajuste.

d) Creación y mantención de capacidades: generación y aseguramiento de las capacidades técnicas adecuadas de los profesionales del Equipo Técnico Nacional del SNICHILE para la generación de INGEI de la más alta calidad. Para identificar las necesidades de capacitación, el Equipo Técnico Coordinador realiza un diagnóstico de necesidades mediante la identificación de brechas, barreras y obstáculos, las que son reportadas en los informes bienales. Estas necesidades son priorizadas y forman parte del plan de mejora continua junto a la identificación de categorías principales.

e) Archivo y comunicación: gestión y resguardo de la información relacionada con el INGEI de Chile y la sociabilización de dicha información, de modo de asegurar el acceso y la transparencia del INGEI de Chile. Para la facilitación de la gestión de la información se implementó, desde 2015, el Sistema de Registro Tabular (SRT), el cual consiste en un conjunto de carpetas y archivos estandarizados. A su vez, a contar del mismo año se mantiene y actualiza la plataforma web del SNICHILE (https://snichile.mma.gob.cl/) con el objetivo de difundir el INGEI de Chile.

Si bien los arreglos institucionales han permitido cumplir con los compromisos en plazos y calidad, el Reglamento SNAICC oficializará no solo la institucionalidad, sino también los procesos y plazos de respuesta. Además, reemplaza la figura del Equipo Técnico Coordinador por la Coordinación SNIGEI y los Equipos Técnicos Sectoriales por los Subcomités Sectoriales que deben cumplir, cuya conformación debe adscribirse a la paridad.

Foto: Ilenia Donoso G.

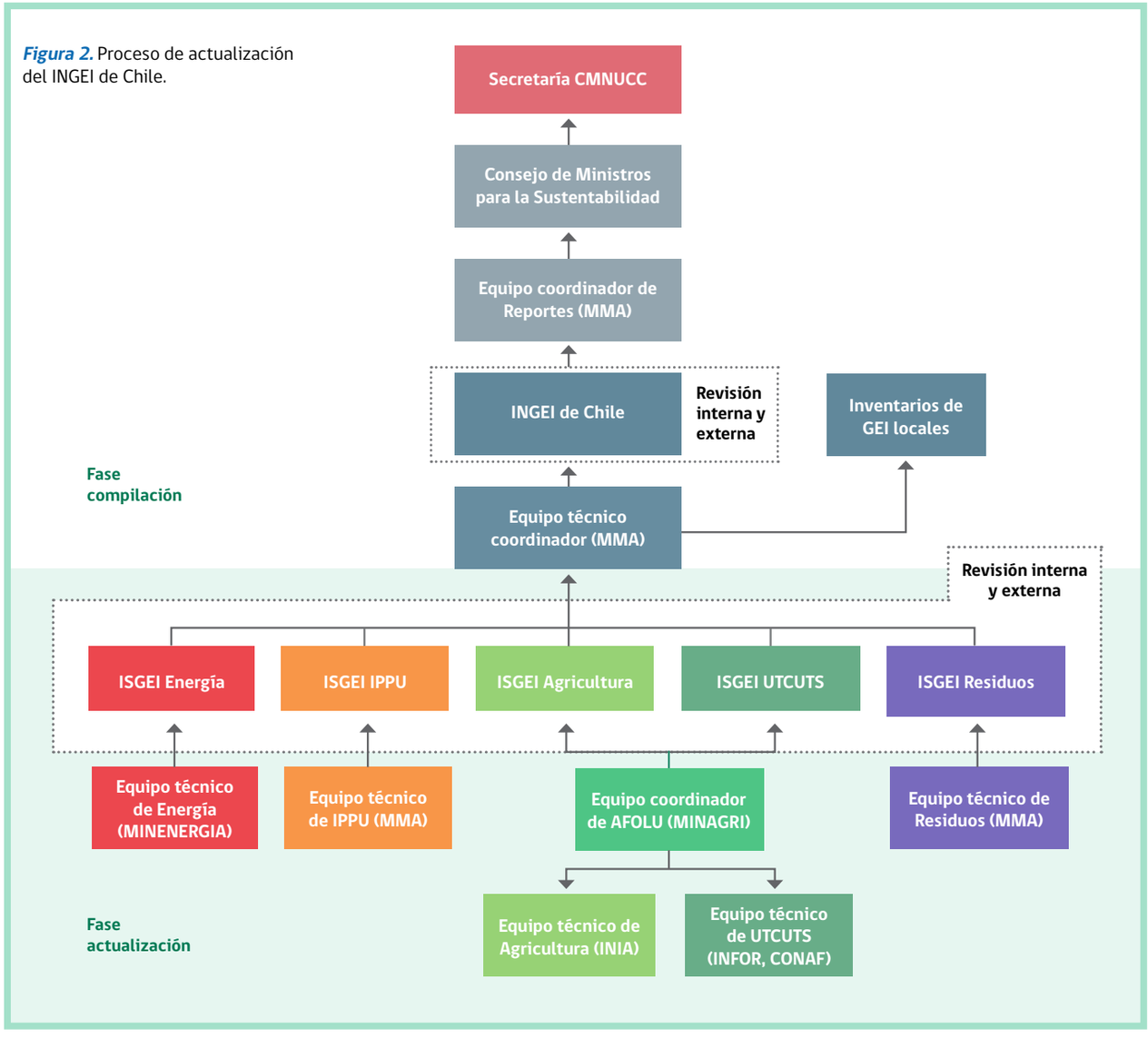
2.1.3 Proceso de actualización del INGEI de Chile

El proceso de elaboración del presente INGEI de Chile comenzó el primer semestre de 2023 y concluyó a mediados de 2024. Cada Equipo Técnico Sectorial elabora el inventario de GEI de su propio sector lo que implica el levantamiento de la información; el cálculo de las emisiones y absorciones de GEI, según corresponda; y la elaboración del Informe del Inventario del Sector (IIS) respectivo (Figura 2). Luego el Equipo Técnico Coordinador revisa y compila los ISGEI, y desarrolla los temas transversales, para pasar a generar el Documento del Inventario Nacional (DIN). Enseguida cada Equipo Técnico Sectorial aprueba el IIN en su versión final. Adicionalmente, el Equipo Técnico Coordinador elabora los inventarios regionales de GEI en función de la información provista por los equipos sectoriales. Además de este trabajo, el Equipo Técnico Coordinador elabora los inventarios nacional y regional de carbono negro.

Es importante mencionar que el último INGEI, presentado en el quinto IBA, pasó por el proceso de Análisis y Consulta Internacional (ICA, por sus siglas en inglés) lo que constituye la base para orientar el proceso de actualización y priorizar las mejoras en el corto y mediano plazo.

Por último, el INGEI de Chile se entrega al Equipo Coordinador de Reportes para su inclusión en el Primer Informe Bienal de Transparencia, en conjunto con los anexos y otra información relevante como las necesidades y apoyo recibido y entregado en materia de inventarios.

Figura 2. Proceso de actualización del INGEI de Chile.



Fuente: elaboración propia.

2.1.4 Metodología y principales fuentes de información

Las estimaciones de GEI y gases precursores del presente INGEI de Chile, serie 1990-2022, fueron realizadas en línea con las Directrices del IPCC de 2006 y el Refinamiento de la Directrices del IPCC de 2006, de 2019, para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero[6] y libros de cálculos propios para la estimación con base en las mismas directrices; incluyendo el análisis de categorías principales, evaluación de la incertidumbre, evaluación de la exhaustividad, y nuevos cálculos. Además, el INGEI de Chile ha sido elaborado cumpliendo los requisitos de información de las Directrices de la Convención para la presentación de los informes bienales de transparencia de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención[7] y de las Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención[8].

Los inventarios se deben reportar en el total de GEI, emisiones más absorciones, en kilo toneladas de CO_2 eq utilizando distintos factores de conversión. Las métricas aplicadas en este inventario corresponden a las dispuestas en el párrafo 37 de las MPG. Aquí se señala que los Potenciales de Calentamiento Atmosférico (PCA) a considerar deben ser los publicados en Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (Tabla 1). Los inventarios anteriores a este inventario fueron presentados considerando los PCA presentados en el Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del IPCC, por lo que los resultados totales tendrán variaciones dependiendo de los nuevos factores. A continuación, se presentan los distintos PCA, para cada gas del inventario y reporte del IPCC, en conjunto con su variación porcentual.

Tabla 1. Potenciales de calentamiento atmosférico usados en el INGEI de Chile.

GEI	PCA AR4	PCA AR5	Variación
CO_2	1	1	0%
CH_4	25	28	12%
N_2O	298	265	-11%
HFC-23	14.800	12.400	-16%
HFC-32	675	677	0%
HFC-125	3.500	3.170	-9%
HFC-134a	1.430	1.300	-9%
HFC-143a	4.470	4.800	7%
HFC-152a	124	138	11%
HFC-227ea	3.220	3.350	4%
HFC-236fa	9.810	8.060	-18%
HFC-245fa	1.030	858	-17%
HFC-365mfc	794	804	1%
HFC-43-10mee	1.640	1.650	1%
PFC-14	7.390	7.390	0%
PFC-116	12.200	12.200	0%
PFC-218	8.830	8.830	0%
SF_6	22.800	23.500	3%

Fuente: equipo Técnico Coordinador del MMA, en base a AR5.

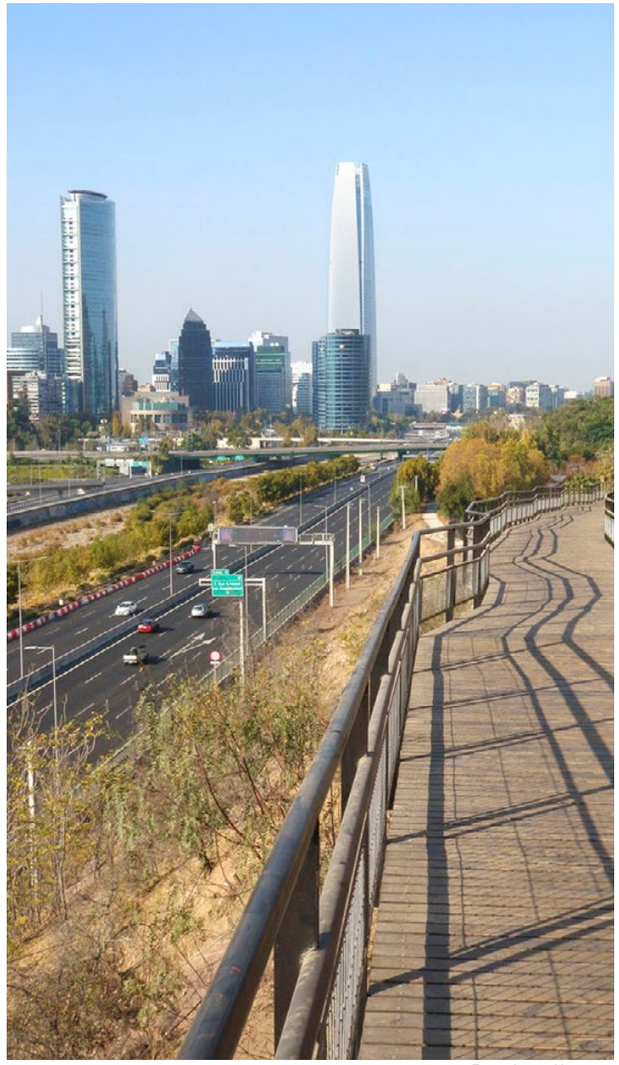


Foto: Jorge Herreros

[6] Recuperado de www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html
[7] Anexo de la Decisión 17/COP8. Recuperado de http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop8/cp807a02s.pdf
[8] Anexo III de la Decisión 2/COP17. Recuperado de http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf

Respecto de las principales fuentes de información, la Tabla 2 presenta las utilizadas para la actualización del presente INGEI de Chile. Es importante mencionar que la totalidad de los datos de actividad provienen de estadísticas nacionales, con el fin de mejorar la representación de la realidad del país.

Tabla 2. Principales datos y fuentes de información sectoriales.

Sector	Principales datos	Fuentes
Energía	• Consumo de combustible (en unidades energéticas). • Producción de combustibles.	• *Balance Nacional de Energía*, Ministerio de Energía; *Parque vehicular*, Instituto Nacional de Estadísticas; *Estadísticas de importación y Exportación*, Servicio Nacional de Aduanas.
IPPU	• Producción por tipo de producto/proceso. • Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (gases fluorados).	• Anuarios de empresas, comunicación directa con actores clave. • Aduanas, Unidad de Ozono del MMA.
Agricultura	• Cabezas de ganado (vacuno, porcino, ovino, etc.), sistemas de confinamiento y manejo del estiércol. • Uso de fertilizantes nitrogenados en tierras de cultivo. • Superficie de cultivos por región, su productividad y destino de residuos.	• *Censos Agropecuarios* (MINAGRI) y estadística agrícola de rubros, regional y nacional. • Información del Servicio Nacional de Aduanas. • Información de CONAF. • Asociaciones gremiales. • Juicio de expertos.
UTCUTS	• Superficie por usos de la tierra. • Superficie de plantaciones forestales. • Superficie de áreas de conservación. • Superficie de bosque nativo manejado. • Cosechas de trozas y cosechas de leñ. • Superficies de incendios. • Superficies de frutales. • Crecimiento y existencias de bosques. • Densidad de la madera, factores de expansión. • Carbono del suelo y hojarasca.	• Catastro vegetacional y SIMEF (CONAF). • Los Recursos Forestales en Chile (INFOR). • SNASPE (Ministerio de Bienes Nacionales). • Sistema de Actualización y Fiscalización Forestal (SAFF) de CONAF. • Estadísticas forestales (INFOR). • Estadísticas de incendios (CONAF). • Censo Agropecuario y Boletines (ODEPA). • Inventario Forestal Nacional (INFOR). • Diversas fuentes de datos nacionales y valores por defecto (IPCC).
Residuos	• Residuos sólidos de todo tipo y por sitio de disposición. • Aguas servidas domiciliarias e industriales, por tipo de tratamiento.	• Censos poblacionales, RETC [9], junto a estudios elaborados por el MMA. • Informes de gestión (SISS [10]), junto a estudios elaborados por el MMA.

Fuente: equipo Técnico Coordinador del MMA.

Foto: Daniela Madrazo O.

Todos los factores de emisión, por defecto, provienen de las *Directrices del IPCC de 2006* y del *Refinamiento de la Directrices del IPCC de 2006, de 2019*, mientras que en la estimación de precursores, provienen de la Guía de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA[11]. Se destaca que la información más relevante del INGEI de Chile la generan las instituciones a las cuales pertenecen los Equipos Técnicos Sectoriales y en muchos casos son los mismos equipos los que están a cargo de su elaboración. Esto es una ventaja por la disponibilidad de los datos, el uso eficiente de los recursos y la comprensión de la historia detrás de las distintas tendencias de los datos nacionales y su relación con los GEI.

Para mayor detalle de la información, se recomienda revisar el **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022**, documento incluido como **anexo técnico** del Primer Informe Bienal de Transparencia de Chile presentado ante la CMNUCC.

[9] Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
[10] Superintendencia de servicios sanitarios

[11] https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023

2.1.5 Categorías principales

El concepto de categoría principal permite identificar las categorías que repercuten significativamente en los INGEI de un país en términos de nivel absoluto, tendencias, e incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI. Por otra parte, la identificación de dichas categorías orienta la priorización del uso de los recursos disponibles para la mejora de los inventarios. Las categorías principales del INGEI de Chile son también objeto de una documentación más detallada y un control de calidad más exhaustivo que las categorías no consideradas principales.

Las categorías principales del INGEI de Chile para 1990 y 2022 fueron identificadas de acuerdo con los criterios de nivel y tendencia (N, TD), aplicando el Método 1, que considera las emisiones y absorciones de forma absoluta y un umbral de 95% de emisiones y absorciones acumuladas; y el Método 2, que considera además la incertidumbre combinada y un umbral ponderado del 90%. En la Tabla 3 se resumen las categorías del inventario identificadas como categoría principal, mostrando con una «X» el o los criterios y métodos por los que se categorizan de esta forma. De igual manera, la Tabla 4 muestra el mismo análisis, pero sin considerar la categoría UTCUTS. Es importante destacar que la desagregación del inventario responde a las características del país, más que a una desagregación por niveles iguales para todos (subcategoría nivel "n").

Tabla 3. Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990–2022, de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2, de todas las categorías del INGEI.

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación – Todos los sectores					
			N1 1990	N1 2022	TD1	N2 1990	N2 2022	TD2
1.A.1.	Industrias de la energía	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	CO_2	X	X	X	X	X	
1.A.3.a.	Aviación civil	CO_2		X	X		X	X
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	CO_2	X		X			
1.A.4.	Otros sectores	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.4.	Otros sectores	CH_4	X	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	
2.A.1.	Producción de cemento	CO_2	X	X				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC		X	X		X	X
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH_4	X			X		X
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1–2 años)	CH_4	X			X	X	X
3.A.1.b.v.	Terneros	CH_4				X		
3.A.2.	Ovinos	CH_4	X		X	X	X	X
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N_2O	X	X		X	X	
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO_2		X	X			
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.i.	Cosecha	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.ii.	Leña	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.iii.	Perturbaciones	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.A.1.c.	Tierras forestales con cambio de vegetación	CO_2		X	X			X
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	CO_2	X	X	X	X	X	X
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO_2		X				

Foto: Ana Guerrero

Continuación tabla 3

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación – Todos los sectores					
			N1 1990	N1 2022	TD1	N2 1990	N2 2022	TD2
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO_2	X		X	X		X
4.G.	Productos de madera recolectada	CO_2	X	X	X	X	X	X
5.A.1.	Sitios gestionados (Rellenos sanitarios)	CH_4		X	X		X	X
5.A.2.	Sitios no gestionados (Vertederos y Basurales)	CH_4	X			X	X	
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH_4				X		
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N_2O					X	X
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH_4					X	

N1 1990: análisis de nivel 1990 Método 1; N1 2022: análisis de nivel 2022 Método 1; TD1: análisis de tendencia 1990-2022 Método 1; N2 1990: análisis de nivel 1990 Método 2; N2 2022: análisis de nivel 2022 Método 2; TD2: análisis de tendencia 1990-2022 Método 2.

Tabla 4. Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2022, de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2, sin considerar el sector UTCUTS.

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación – Sin UTCUTS					
			N1 1990	N1 2022	TD1	N2 1990	N2 2022	TD2
1.A.1.	Industrias de la energía	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.3.a.	Aviación civil	CO_2	X	X	X	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	X		X	X
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	CO_2	X		X	X		X
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	CO_2	X	X				
1.A.4.	Otros sectores	CO_2	X	X	X	X	X	X
1.A.4.	Otros sectores	CH_4	X	X	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	X
2.A.1.	Producción de cemento	CO_2	X	X	X	X	X	
2.A.2.	Producción de cal	CO_2		X			X	
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N_2O	X		X			
2.B.8.a.	Metanol	CO_2	X		X	X		
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO_2	X	X	X			

Foto: Ana Guerrero

Continuación tabla 4

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación – Sin UTCUTS					
			N1 1990	N1 2022	TD1	N2 1990	N2 2022	TD2
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC		X	X		X	X
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH_4	X		X	X		X
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.1.b.v.	Terneros	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.2.	Ovinos	CH_4	X	X	X	X	X	X
3.A.4.d.	Caprinos	CH_4	X		X	X		X
3.A.4.e.	Equinos	CH_4	X		X	X		
3.C.1.	Irrigadas	CH_4	X		X	X		
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N_2O	X	X	X	X	X	
3.D.1.b.i.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N_2O					X	
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N_2O	X		X	X	X	X
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N_2O	X	X	X	X	X	X
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N_2O	X	X	X	X	X	
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N_2O	X	X	X	X	X	
3.H.	Aplicación de urea	CO_2	X			X	X	
3.B.4.g.	Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol	N_2O					X	
5.A.1.	Sitios gestionados (Rellenos sanitarios)	CH_4		X	X		X	X
5.A.2.	Sitios no gestionados (Vertederos y Basurales)	CH_4	X	X	X	X	X	X
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH_4	X	X	X	X	X	X
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N_2O		X	X	X	X	X
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH_4		X		X	X	X

Este resumen constituye la base para las discusiones con Equipos Técnicos Sectoriales sobre las posibles mejoras y la priorización de estas categorías. Todo este análisis será parte esencial del futuro Plan de mejora continua del SNICHILE, en el que se buscará definir acciones y medios para mejorar la calidad de las estimaciones de GEI de Chile, mejorando así la representación de las tendencias nacionales y los avances en materia de mitigación.

2.1.6 Evaluación general de la incertidumbre

Según las Directrices del IPCC de 2006, las estimaciones de incertidumbre son parte esencial de un inventario de GEI. El análisis de la incertidumbre se debe considerar un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a aumentar la precisión y exactitud de los inventarios futuros, y para guiar las decisiones sobre la elección metodológica.

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI de Chile, el Equipo Técnico Coordinador compiló las incertidumbres de factores de emisión, datos de actividad y otros parámetros de estimación de cada sector del inventario y desarrolló un análisis usando el Método 1, que corresponde a la Propagación del error de las Directrices del IPCC de 2006. Cabe destacar que la incertidumbre de cada categoría individual se pondera por las emisiones o absorciones de esa categoría para conocer el aporte a la incertidumbre combinada total.

Los resultados muestran que el balance de emisiones y absorciones de GEI del país presenta una incertidumbre combinada de -43,6% y +43,8%. En términos generales, el sector UTCUTS es el que más contribuye a la varianza, seguido del sector Residuos, el sector Energía, luego el sector Agricultura y por último el sector IPPU. En general, la incertidumbre del INGEI de Chile se explica por la complejidad de la estimación del sector UTCUTS, así como por el alto valor de las emisiones y absorciones de GEI de este sector en comparación con el total nacional. Todos los resultados individuales de incertidumbre, así como los cálculos realizados se presentan en el **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022.**

2.1.7 Evaluación general de la exhaustividad

La exhaustividad significa que se han preparado estimaciones del INGEI para todas las categorías y gases. En el caso que esto no sea posible, los países deben enumerar todas las categorías y los gases de las categorías que se hayan excluido y proveer una justificación para dicha exclusión.

En general, el INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional continental e incluye emisiones y absorciones de GEI en una serie de tiempo completa que va desde 1990 a 2022. Los GEI incluidos son: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6. Por otra parte, se incluyen los precursores monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles distinto de metano (COVDM) y dióxido de azufre (SO_2) y de manera excepcional, las emisiones de carbono negro para las mismas categorías del INGEI. El inventario de Chile incluye casi la totalidad de categorías y subcategorías de fuente y sumidero que componen los sectores. Las categorías que han sido excluidas, ya sea por falta de datos de actividad o por falta de metodologías apropiadas, se han reportado usando claves de notación[12] en todas las tablas de reporte de este documento, siguiendo lo dispuesto en las MPG para la implementación del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París. En este inventario no se consideró el criterio de Flexibilidad (FX), señalado en el párrafo 32 de las MPG, para ninguna categoría o subcategoría.

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 (memo ítem), pero no se incluyeron en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país, siguiendo lo dispuesto por las MPG en el párrafo 53.

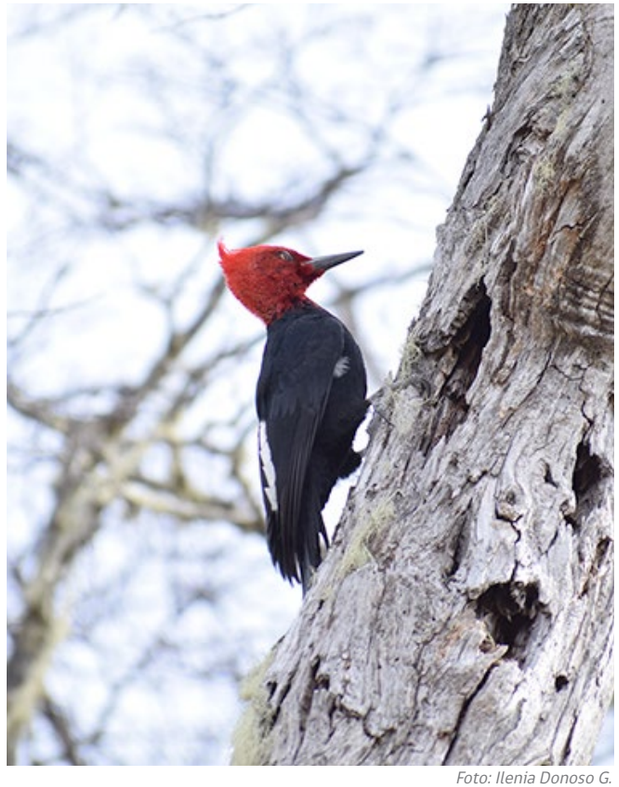


Foto: Ilenia Donoso G.

[12] Las claves de notación son: NE = No estimada; IE = Incluida en otro lugar; C = Confidencial; NA = No aplica; NO = No ocurre. No se considera el uso de la nueva clave de notación relacionada con flexibilidad (FX).

2.2 TENDENCIA NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En 2022, los GEI se cuantificaron en los siguientes niveles: El balance de CO_2 se estimó en 26.837 kt; las emisiones de CH_4 alcanzaron las 585 kt y las emisiones de N_2O se contabilizaron en 21 kt. En el caso de los gases fluorados, las emisiones de HFC se estimaron en 5.527 kt de CO_2 eq, las emisiones de PFC alcanzaron 0,5 kt de CO_2 eq y las emisiones de SF_6 se estimaron en 156 kt de CO_2 eq. Las emisiones y absorciones totales de Chile en 2022, en términos de CO_2 eq, fueron 54.370 kt. Todos estos resultados se presentan en la Tabla 5.

Junto con la información de 2022 presentada en la Tabla 5, se presentan los resultados nacionales en tablas y gráficos, para toda la serie y para cada uno de los sectores del INGEI de Chile. Más detalles sobre otras categorías, subcategorías y precursores pueden ser encontrados en el Documento del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2022.

Tabla 5. INGEI de Chile: emisiones antropogénicas por fuente o sumidero para todos los GEI, no controlados por el Protocolo de Montreal, para 2022.

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO_2 neto	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	CO_2 eq.
	kt			kt CO_2 eq.			
Todas las emisiones y las absorciones nacionales	**26.836,6**	**585,2**	**0,6**	**5.526,7**	**0,5**	**156,3**	**54.370,0**
1. Energía	**81.557,9**	**80,8**	**3,7**				**84.790,9**
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	**81.554,9**	**42,2**	**3,7**				**83.705,6**
1.A.1. Industrias de la energía	28.856,0	1,1	0,4				28.998,3
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	16.138,0	4,0	0,6				16.398,3
1.A.3. Transporte	29.223,7	5,9	2,2				29.984,8
1.A.4. Otros sectores	7.326,6	31,2	0,4				8.313,6
1.A.5. No especificado	10,5	0,0	0,0				10,6
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	3,0	38,7	0,0				1.085,3
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	0,3	NA				8,6
1.B.2. Petróleo y gas natural	3,0	38,3	0,0				1.076,7
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NO	NO	NO				NO
1.C. Transporte y almacenamiento de CO2	NO						NO
1.C.1. Transporte de CO2	NO						NO
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO						NO
1.C.3. Otros	NO						NO
2. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)	**2.251,0**	**2,0**	**0,6**	**5.526,7**	**0,5**	**156,3**	**8.148,6**
2.A. Industria de los minerales	1.545,0						1.545,0
2.B. Industria química	78,6	2,0	0,4	NO	NO	NO	229,8
2.C. Industria de los metales	489,2	IE, NO	NO	NO	NO	NO	489,2
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	138,2	NO	NO				138,2
2.E. Industria electrónica			NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO*				5.526,7	0,5	NO	5.527,2
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	0,2	NO	NO	156,3	219,2
2.H. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Agricultura	**425,5**	**201,8**	**11,8**				**9.210,6**
3.A. Fermentación entérica		171,7					4.806,9
3.B. Gestión del estiércol		21,1	1,4				967,2
3.C. Cultivo del arroz		4,9					138,0
3.D. Suelos agrícolas		NA	10,3				2.732,3

Foto: Daniela Madrazo O.

Continuación tabla 4

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO_2 neto	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	CO_2 eq.
	kt			kt CO_2 eq.			
3.E. Quema prescrita de sabanas		NO	NO				NO
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo		4,0	0,1				140,7
3.G. Encalado	134,4						134,4
3.H. Aplicación de urea	291,2						291,2
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO						NO
3.J. Otros	NA	NA	NA				NA
4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)	**-57.463,1**	**16,4**	**1,2**				**-56.678,8**
4.A. Tierras forestales	-53.852,2	15,0	0,8				-53.210,5
4.B. Tierras de cultivo	797,5	0,2	0,2				859,3
4.C. Pastizales	612,1	1,2	0,1				677,1
4.D. Humedales	11,8	NE	NE				11,8
4.E. Asentamientos	635,8	NA	0,1				651,6
4.F. Otras tierras	NA	NA	NA				NA
4.G. Productos de madera recolectada	-5.668,1						-5.668,1
4.H. Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO				NO
5. Residuos	**65,2**	**284,1**	**3,3**				**8.898,6**
5.A. Disposición de residuos sólidos		251,0					7.027,9
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		1,8	0,1				79,3
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	65,2	1,9	0,1				137,7
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales		29,4	3,1				1.653,7
5.E. Otros	NO	NO	NO				NO
Anx. Partidas informativas							
Anx.1.a. Aviación internacional	803,6	0,0	0,0				809,8
Anx.1.b. Navegación internacional	743,3	0,1	0,0				750,5
Anx.2. Operaciones multilaterales	NO	NO	NO				NO
Anx.3. Emisiones de CO_2 de la biomasa	26.328,9	IE	IE				26.328,9

*Sustancias que agotan la capa de ozono Los valores 0,0 corresponden a cantidades menores a 0,05; C = Confidencial; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre; FX = Flexibilidad;Celda gris = No Aplica.

2.2.1 Tendencias de las emisiones y absorciones de GEI por sector

En 2022, el balance de GEI de Chile alcanzó las 54.370 kt de CO_2 eq, incrementándose en un 253% desde 1990 y en un 10,7% desde 2020. Respecto de la participación de cada sector en el balance de GEI 2022 en términos absolutos, el sector Energía representó un 50,6%, seguido del sector UTCUTS (33,8%), el sector Agricultura (5,5%), el sector Residuos (5,3%) y por último del sector IPPU (4,9%). Cabe mencionar que, en el presente informe, el término absoluto hace referencia a la magnitud del valor, con el fin de comparar las magnitudes totales, independiente de si son emisiones o absorciones de GEI.

Por su parte, las emisiones de GEI totales del país en 2022, es decir, la suma de todas las categorías sin considerar el sector UTCUTS, se estimaron en 111.049 kt de CO_2 eq, incrementándose en un 135% desde 1990 y en un 7,1% desde 2020 (Tabla 6). Es importante mencionar que en 2020 se puede observar una disminución respecto de los últimos años de la serie, la que se explica mayormente por la baja actividad durante la pandemia del COVID-19. Respecto de la participación de cada sector en las emisiones de GEI totales del país en 2022, el sector Energía representó un 76,4%, seguido del sector Agricultura (8,3%), el sector Residuos (8,0%) y finalmente del sector IPPU (7,3%). Esto muestra que, tanto en el balance de GEI como en las emisiones totales, el sector Energía es el de mayor relevancia.

Respecto de la serie histórica, se tiene que los principales causantes de la tendencia del balance de GEI (Figura 3) son las emisiones de CO_2 generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía) y las absorciones de CO_2 de las tierras forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS). Mientras que para las emisiones los principales causantes de la tendencia en las emisiones de GEI totales son las emisiones de CO_2 generadas por la quema de combustibles fósiles para la

Tabla 6. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt de CO_2eq) por sector, serie 1990-2022.

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1. Energía	33.338,5	39.812,2	51.796,3	56.003,9	65.489,0	78.764,3	78.898,9	84.905,2	84.790,9
2. IPPU	1.866,1	2.352,2	3.109,9	4.205,2	3.717,4	5.159,4	6.780,4	7.522,0	8.148,6
3. Agricultura	10.421,4	11.535,4	11.837,5	11.732,2	11.301,1	10.456,8	9.767,4	9.531,0	9.210,6
4. UTCUTS	-82.885,5	-74.284,5	-77.699,6	-68.107,2	-65.093,9	-48.812,1	-54.580,2	-62.400,0	-56.678,8
5. Residuos	1.681,7	2.290,5	3.024,8	4.380,1	4.569,5	6.424,5	8.268,9	8.697,0	8.898,6
Balance	**-35.577,8**	**-18.294,2**	**-7.931,1**	**8.214,1**	**19.983,1**	**51.992,9**	**49.135,5**	**48.255,2**	**54.370,0**
Emisiones	**47.307,6**	**55.990,3**	**69.768,5**	**76.321,3**	**85.077,0**	**100.805,0**	**103.715,6**	**110.655,2**	**111.048,7**

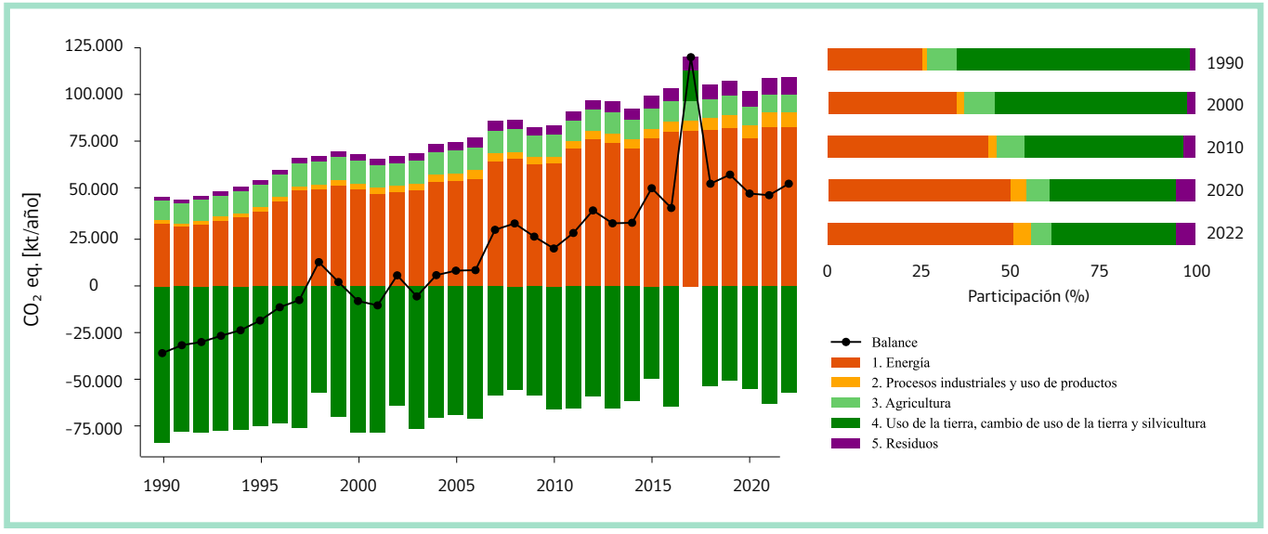


Figura 3. INGEI de Chile: Emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2022. El balance entre emisiones y absorciones se presenta con una línea negra.

generación eléctrica y el transporte terrestre (contabilizadas en el sector Energía), las emisiones de CH_4 generadas por el ganado (fermentación entérica y manejo del estiércol) y las emisiones de N_2O generadas por la aplicación de nitrógeno en los suelos agrícolas (las últimas dos contabilizadas en el sector Agricultura).

Los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI (en 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y especialmente 2017) son consecuencias, principalmente, de las emisiones de GEI generadas por incendios forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS) y cambios en la participación de los principales energéticos consumidos en el país (diésel, gasolina, gas natural y carbón). Es importante indicar que en el año 2017 se alcanza el balance máximo de GEI, alcanzando 121.617 kt de CO_2eq. Este incremento se debe a la gran extensión de incendios que afectaron la zona centro y sur del país durante ese año, los que alcanzaron a afectar a cerca de 570.000 ha de tierras forestales, cultivos y pastizales, principalmente. Los incendios en tierras forestales de 2017 contabilizaron 68.302 kt de CO_2eq, lo que equivale aproximadamente 9 veces más que el promedio de emisiones estimadas por incendios en todo el periodo.

2.2.2 Tendencias de las emisiones y absorciones por GEI

La tendencia de los GEI del país está muy relacionada con las emisiones y absorciones del sector UTCUTS, por lo tanto, varía según este se incluya o no en el análisis, especialmente del CO_2 (Tabla 7).

Tabla 7. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2eq) por gas, serie 1990-2022.

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO_2 (incl. UTCUTS)	-51.881,1	-35.206,5	-26.438,6	-11.968,1	-380,5	28.405,2	23.367,3	22.071,0	26.836,6
CO_2 (excl. UTCUTS)	31.196,7	39.238,3	51.397,5	56.472,6	65.186,5	78.540,7	78.678,5	84.738,6	84.299,7
CH_4 (incl. UTCUTS)	12.906,8	12.938,9	13.981,9	14.418,7	13.647,9	15.242,6	15.721,2	15.727,6	16.384,4
CH_4 (excl. UTCUTS)	12.785,7	12.855,2	13.930,2	14.257,3	13.407,7	14.440,7	15.299,0	15.604,2	15.924,2
N_2O (incl. UTCUTS)	3.378,3	3.935,1	4.345,2	5.257,8	5.408,2	5.731,3	5.603,0	5.471,1	5.465,4
N_2O (excl. UTCUTS)	3.307,2	3.858,5	4.260,4	5.085,7	5.175,4	5.209,8	5.294,2	5.327,0	5.141,4
HFC	0,0	11,5	135,0	455,8	1.205,7	2.515,5	4.248,9	4.790,5	5.526,7
PFC	NO	NO	NO	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5
SF_6	18,0	26,9	45,5	49,5	101,6	98,1	194,5	194,4	156,3
Balance	**-35.577,8**	**-18.294,2**	**-7.931,1**	**8.214,1**	**19.983,1**	**51.992,9**	**49.135,5**	**48.255,2**	**54.370,0**
Emisiones	**47.307,6**	**55.990,3**	**69.768,5**	**76.321,3**	**85.077,0**	**100.805,0**	**103.715,6**	**110.655,2**	**111.048,7**

NO: No ocurre; los valores 0,0 son valores inferiores a 0,05, pero distintos de 0.

En 2022, el balance de GEI de Chile estuvo dominado por el CO_2, representando un 49%, seguido del CH_4 con un 30%, del N_2O con un 10% y los gases fluorados, en su totalidad, contabilizaron el 11% restante (Figura 4).

El balance del CO_2 es favorable a la absorción para los primeros años de la serie (1990-1997). Esto se debe a la absorción de las tierras forestales (en bosque nativo y plantaciones forestales) y al mayor uso de gas natural para la generación eléctrica, en comparación con otros combustibles fósiles como el carbón mineral. Después de 1997 el balance de emisiones decrece, pero a partir del año 2004 el balance es siempre positivo. Esto se debe principalmente al crecimiento económico del país y el aumento de actividades que consumen combustibles, evidenciado por el aumento del sector Energía.

Respecto de las emisiones, excluyendo el sector UTCUTS, en 2022 las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO_2, representando un 76%, seguido del CH_4 con un 14,3%, de los gases fluorados, que en su totalidad alcanzan el 5,1% y del N_2O, con un 4,6% (Figura 5).

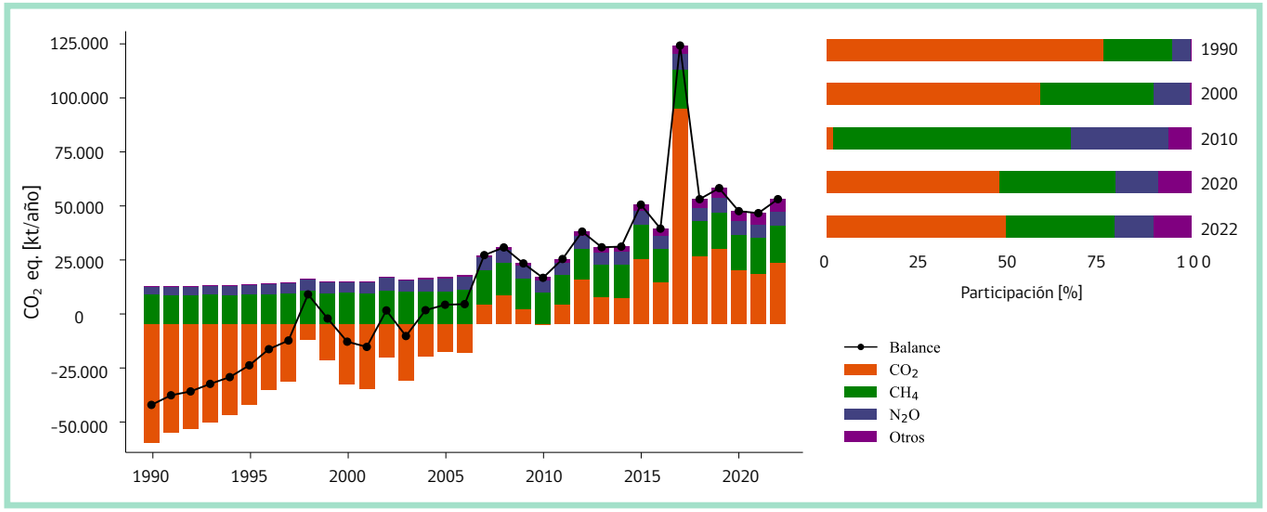


Figura 4. INGEI de Chile: Balance entre emisiones y absorciones de CO_2 y emisiones de los demás GEI por gas, serie 1990-2022. El balance de todos los GEI se presenta con una línea negra.

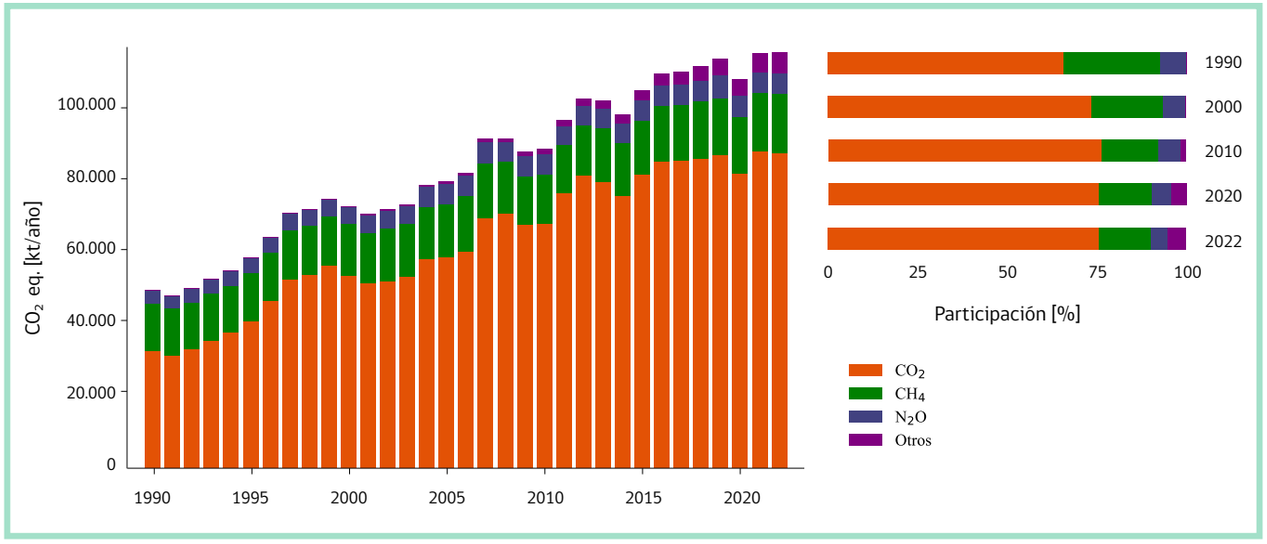


Figura 5. INGEI de Chile: emisiones de GEI total por gas, serie 1990-2022.

2.2.3 Indicadores de intensidad de GEI

Para el país es importante gestionar la información del INGEI de Chile, con el objetivo de comprender la evolución de las emisiones de GEI en un contexto amplio. Para ello, se han definido indicadores de intensidad que relacionan el balance de GEI y las emisiones totales de GEI con la población (per cápita). La población corresponde a estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en base sus últimas series históricas y proyectadas.

En 2022, el indicador balance de GEI fue de 2,74 t de CO_2eq per cápita, incrementándose en un 202% desde 1990 y disminuyendo en un 8,6% desde 2020. Las variaciones del indicador son coincidentes con los máximos del balance de GEI, que tiene estrecha relación con los incendios forestales. Esto explica los valores que escapan de los aumentos interanuales, en 1998 y 2017, particularmente.

Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales per cápita (excluyendo el sector UTCUTS) fue de 5,60 t de CO_2 eq per cápita, incrementándose en un 55% desde 1990 y disminuyendo en un 5,1% desde 2020 (Figura 6). La tendencia del indicador deja en evidencia un desacople entre las emisiones y la población. Durante los últimos años de la serie se ve un indicador con variaciones muy pequeñas, mientras que la población si experimenta aumentos. Esto implicaría que las emisiones han aumentado en menor medida que la población.

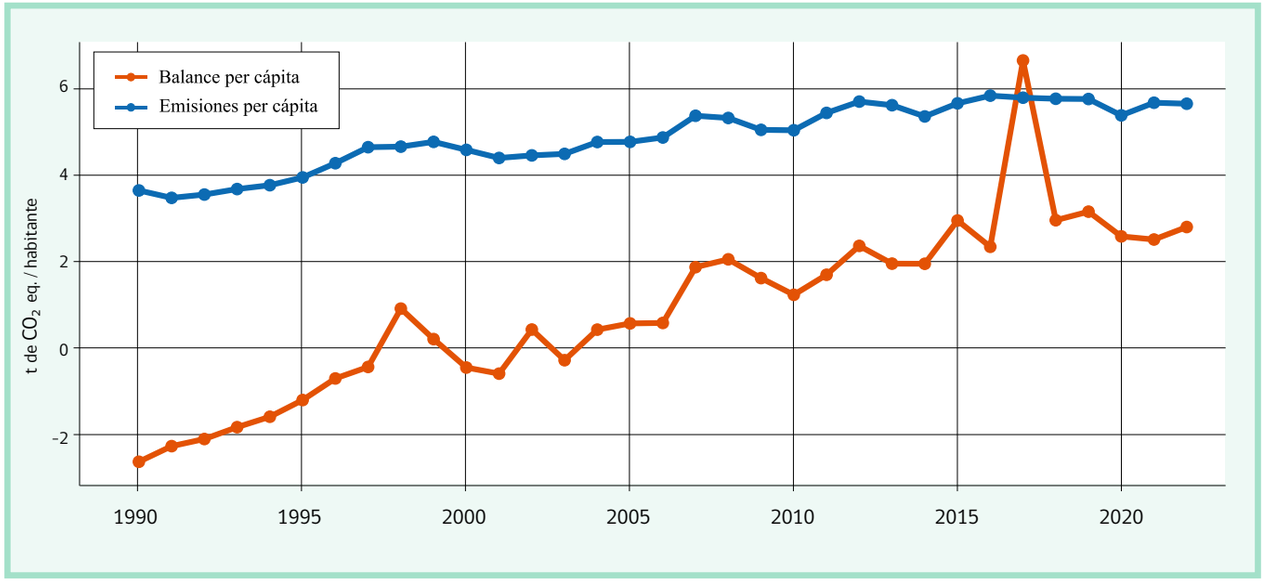


Figura 6. INGEI de Chile: balance per cápita y emisiones per cápita, serie 1990-2022.

2.2.4 Tendencia de las emisiones de GEI por autoridad sectorial

En 2021, el país presentó ante la ciudadanía y la comunidad internacional la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), que establece metas y objetivos climáticos sectoriales con el fin de aumentar la resiliencia y alcanzar la neutralidad de emisiones a más tardar a 2050. En la ECLP se asignan las fuentes de emisión del inventario a las distintas autoridades sectoriales, que tendrán la obligación de cumplir con presupuestos sectoriales por medio de la implementación de Planes Sectoriales de Mitigación, en concordancia con lo establecido además en la Ley Marco de Cambio Climático.

Con el fin de comprender la tendencia y causa de las emisiones sectoriales y proponer información base para la elaboración de políticas de mitigación, se presenta la tendencia de las emisiones de GEI por autoridad sectorial para los últimos años (Tabla 8 y Figura 7). Es importante señalar que el proceso de asignación antes mencionado, no incluye el balance de GEI del sector UTCUTS.

De acuerdo con estos resultados, para los últimos años de la serie (considerados en el compromiso de la NDC), se tiene lo siguiente: las emisiones acumuladas durante los años 2020 a 2022 alcanzan las 325,4 Mt de CO_2eq. De las emisiones asignadas a las diferentes autoridades sectoriales se tiene que el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) representó un 26,8% del total acumulado y el Ministerio de Energía (MEN) un 25,7%, siendo los mayores contribuidores al acumulado de emisiones. Luego el Ministerio de Minería (MINMINERIA) contribuyó con un 17,1%. Los ministerios de Agricultura (MINAGRI) y de Vivienda y Urbanismo (MINVU), aportaron con 9,7% y 9,8%, respectivamente. Por último, los ministerios con menos aporte al acumulado de emisiones fueron el Ministerio de Salud (MINSAL) y el Ministerio de Obras Públicas (MOP), con 6,7% y 4,2%, respectivamente.

Tabla 8. INGEI de Chile: emisiones de GEI (Mt de CO_2eq) por autoridad, serie 2010-2022.

Autoridad sectorial	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Acumulado 2020 - 2022
MINVU	8,1	8,8	9,0	8,8	8,3	9,3	9,8	10,2	10,0	10,0	10,3	11,0	10,5	31,8
MEN	21,1	25,5	28,8	26,9	25,9	26,9	28,0	27,2	28,1	28,7	26,4	28,6	28,5	83,5
MINAGRI	12,5	12,3	11,8	11,9	11,5	11,5	11,5	11,3	11,1	10,9	10,8	10,5	10,2	31,4
MTT	20,8	21,9	23,0	24,9	23,6	25,6	27,0	27,9	29,2	29,9	26,6	29,2	31,5	87,3
MINMINERIA	15,5	16,8	18,1	16,7	16,6	18,3	18,9	18,8	18,2	18,6	18,2	19,2	18,4	55,8
MOP	4,1	4,4	4,5	4,6	4,0	4,4	5,0	4,8	4,4	4,5	4,4	4,9	4,5	13,8
MINSAL	3,0	3,3	3,4	4,2	4,4	4,8	5,0	5,6	6,1	6,4	7,0	7,3	7,5	21,8
Total	**85,1**	**93**	**98,6**	**98**	**94,3**	**100,8**	**105,2**	**105,8**	**107,1**	**109**	**103,7**	**110,7**	**111,1**	**325,4**

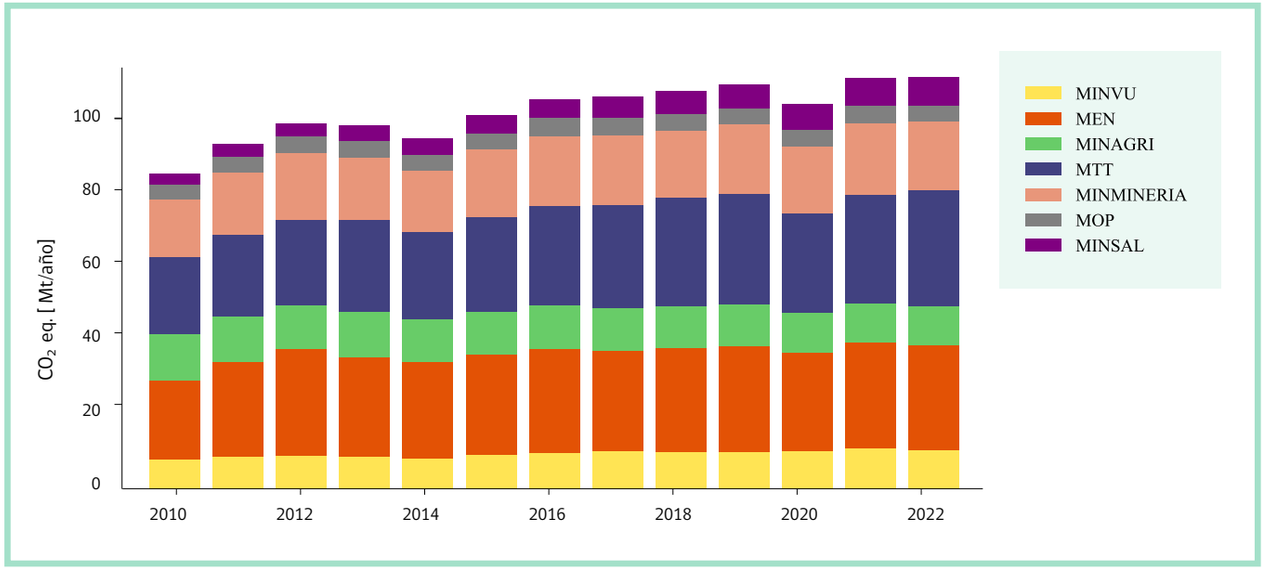


Figura 7. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI por autoridad sectorial, serie 2010-2022.

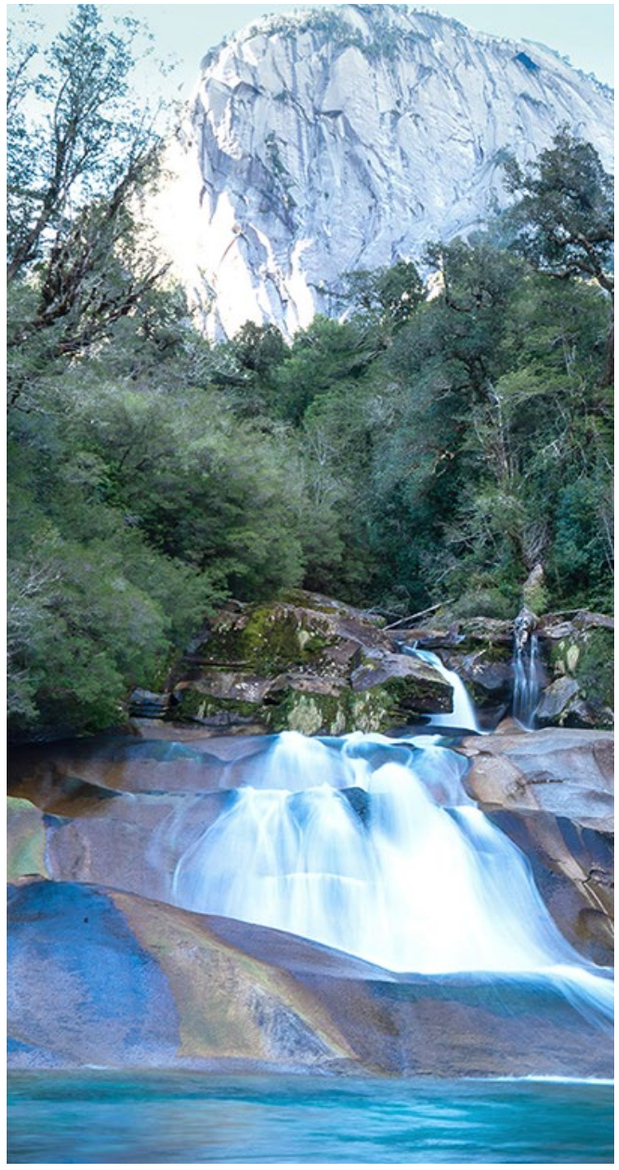


Foto: Bryan Contreras

2.3 SECTOR ENERGÍA (1)

2.3.1 Panorama general

El sector Energía (1.) incluye el consumo de combustibles fósiles en el país y sus emisiones fugitivas asociadas. En 2022, el sector concentró el 50% del balance total del inventario y representó el 76% de las emisiones, siendo el sector más importante en cuanto a emisiones del país. En el mismo año sus emisiones alcanzaron las 84.791 kt de CO_2eq, incrementándose en un 154% desde 1990 y en un 7,5% desde 2020 (Figura 8). El principal causante de la tendencia es el aumento sostenido de consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica, considerado dentro de la subcategoría Industria de la energía (1.A.1.); y el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre, incluido dentro de la subcategoría Transporte (1.A.3.), mayormente diésel y gasolina.

A continuación, se detallan las principales fuentes del sector, dado su aporte al balance y la tendencia de GEI.

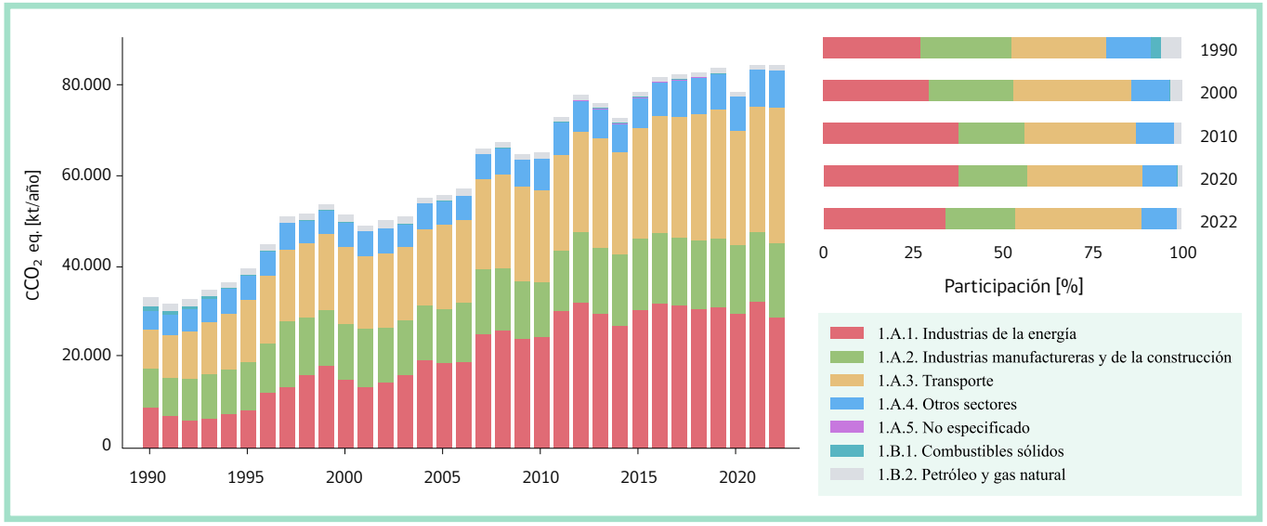


Figura 8. Sector Energía: emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

2.3.2 Industrias de la energía (1.A.1.)

Esta subcategoría contabiliza las emisiones generadas por la quema de combustibles, debido a las industrias de producción energética y de extracción de combustibles y ha sido, históricamente, la subcategoría más importante en términos de emisiones del país y por consecuencia del sector. Sin embargo, en el inventario actual es la segunda subcategoría del sector Energía, con un 34% de las emisiones en 2022, superada por la subcategoría de Transporte (1.A.3.). En 2022, sus emisiones contabilizaron 28.998 kt de CO_2eq, incrementándose en un 221% desde 1990 y disminuyendo en un 2,7% desde 2020 (Figura 9). La principal fuente de esta subcategoría es la componente Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.), que considera las emisiones por generación eléctrica, excluyendo autoproductores.

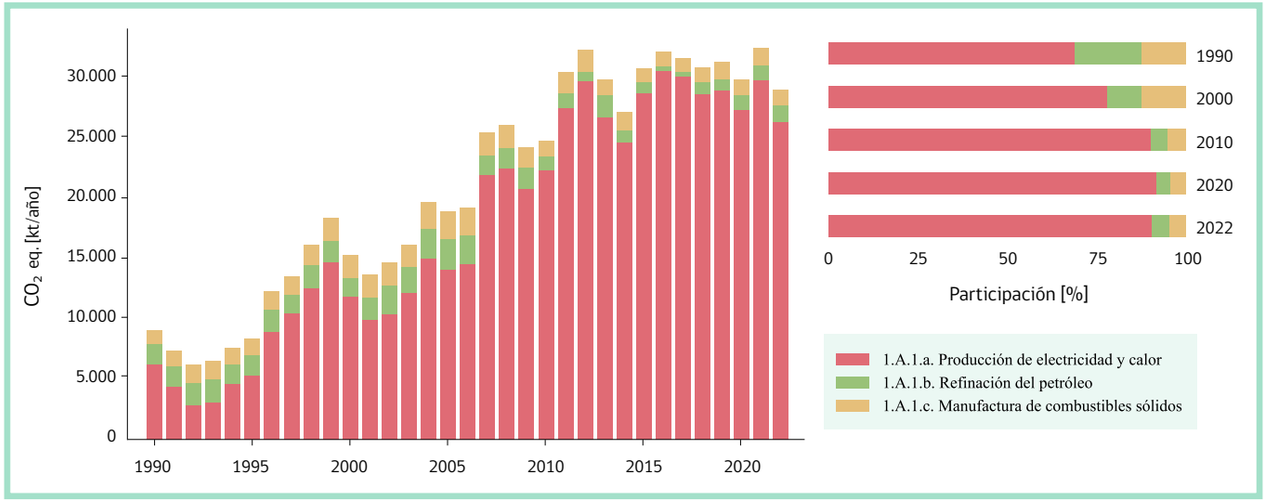


Figura 9. Industrias de la energía (1.A.1.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

2.3.2.1 Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.)

La subcategoría Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.) considera las emisiones de la generación eléctrica, excluyendo a la autoproducción. En 2022, las emisiones de esta subcategoría alcanzaron las 26.260 kt de CO_2eq, representando un 31% de las emisiones del sector. Cabe destacar que, como actividad unitaria, es la mayor emisora del país. Al analizar las emisiones de GEI con respecto a las curvas de generación eléctrica[13] (GWh) de distintas fuentes (Figura 10), se puede apreciar que los máximos de emisión se presentan cuando decrece la generación por fuente hidráulica (hidro en la figura) y/o se limita el suministro de gas natural, desplazando la matriz al consumo de diésel y especialmente, carbón. Por otro lado, es importante destacar el aumento que ha tenido la participación de la generación de electricidad con fuente en energía solar, pasando de 1.261 GWh en 2015 a 14.463 GWh en 2022.

Continuando con el análisis de la Figura 10, se aprecia un aumento en las emisiones de GEI entre los años 2020-2021, causadas principalmente por la gradual reactivación económica post pandemia, que implicó una mayor demanda de generación eléctrica. Las emisiones en el año 2022 asociadas a la generación de electricidad vuelven a disminuir, debido al retiro de tres centrales a carbón[14] y al incremento en la participación de las fuentes ERNC (solar, eólica, hidro y geotermia), junto con el retorno del gas natural para la generación eléctrica, lo que permitió disminuir la dependencia hacia el carbón. Finalmente, es posible apreciar cómo el diésel disminuye su participación, motivado por el ingreso de fuentes renovables y a su alto precio frente a otras alternativas fósiles (como el gas natural).

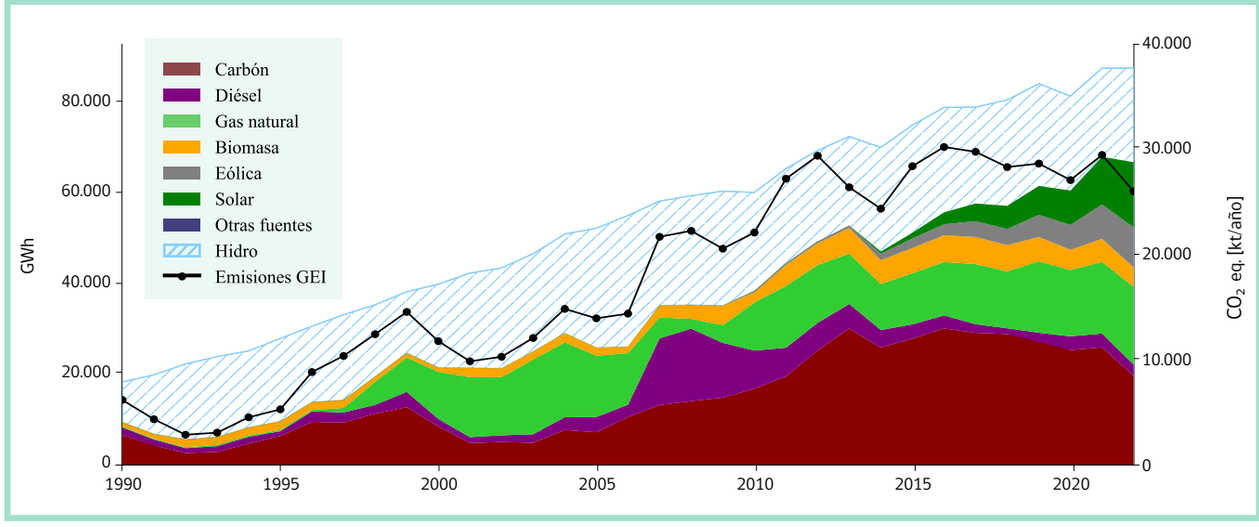


Figura 10. Producción de electricidad y calor como actividad principal: generación eléctrica por tipo de fuente y emisiones de GEI, serie 1990-2022.

Foto: Fernando Medrano

[13] International Energy Agency, Energy Statistics Data Browser, Chile. (International Energy Agency, 2024).
[14] Plan de descarbonización. (Ministerio de Energía, Chile, 2024).

2.3.3 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 (autoproductores). En 2022, las emisiones de GEI contabilizaron 16.398 kt de CO_2eq, incrementándose en un 92% desde 1990 y en un 8,3% desde 2020 (Figura 11). Las principales causantes de las variaciones interanuales se deben al crecimiento constante de las actividades mineras en el país, contabilizadas en la categoría Minería y cantería (1.A.2.i.) y, por otra parte, a la subcategoría Industria no especificada (1.A.2.m.) que, por su definición, contemplan variadas industrias no especificadas en las actividades anteriores.

En particular la subcategoría Minería y cantería (1.A.2.i.), en 2022, representó cerca del 49% de las emisiones contabilizadas para las diferentes industrias, alcanzando 8.101 kt de CO_2eq. Esto significó un incremento en un 225% desde 1990 y en un 11% desde 2020 (Figura 12). La industria de la minería del cobre es quien origina mayores emisiones de GEI, que al 2022 alcanzó 72% de la participación entre las distintas actividades mineras, debido principalmente al uso intensivo de combustibles líquidos en sus procesos.

2.3.4 Transporte (1.A.3.)

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en la mayoría de las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación y otros), excluyendo el transporte militar (el cual es presentado en 1.A.5.), y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que se presentan solo de manera informativa.

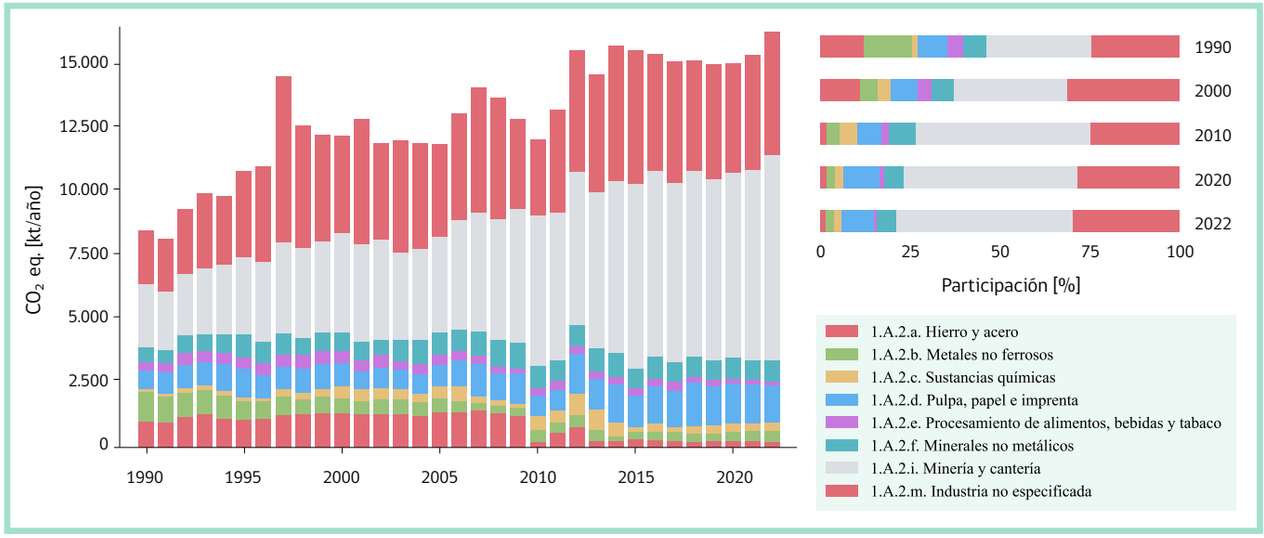


Figura 11. Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

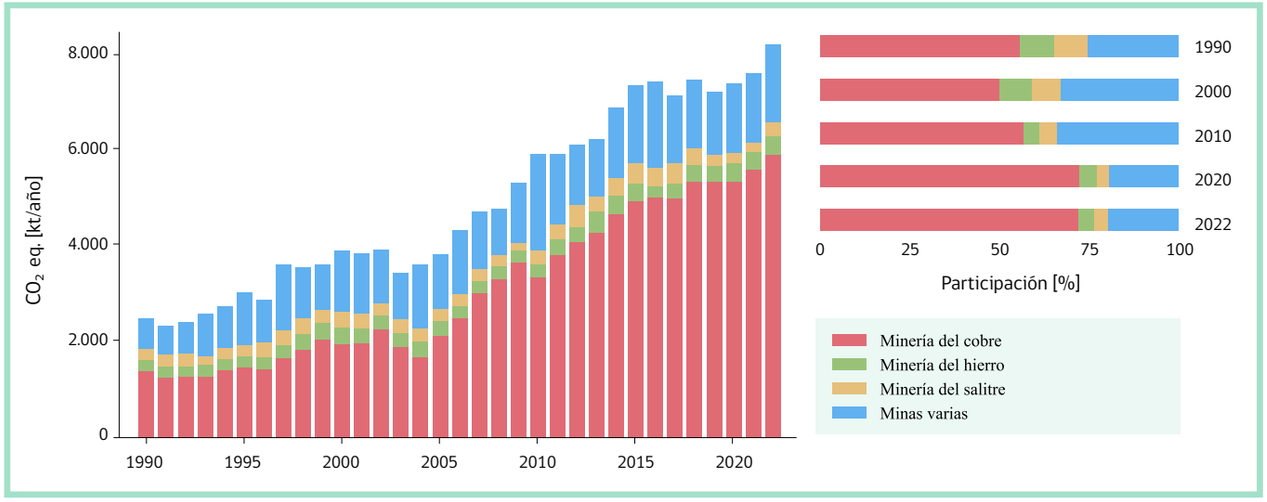


Figura 12. Minería y cantería (1.A.2.i.): emisiones de GEI por tipo de actividades mineras, serie 1990-2022.

En 2022 las emisiones de esta subcategoría alcanzaron las 29.985 kt de CO_2eq, representando 35% del total del sector Energía. Estos resultados muestran por primera vez a esta subcategoría como la mayor emisora del país, por sobre las emisiones producidas por generación de electricidad. Por otro lado, los resultados muestran un incremento de un 242% desde 1990 y en un 18 % desde 2020 (Figura 13). La serie histórica de emisiones de GEI de este subsector, muestra que hasta el año 2019 la tendencia de emisiones fue al alza, impulsadas por el crecimiento del parque automotriz nacional inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país. Estas variables junto con la reapertura gradual de la economía post pandemia y las medidas económicas de apoyo a hogares y empresas[15], provocaron que se recuperara la tendencia al alza de las emisiones de esta categoría, siendo el Transporte terrestre (1.A.3.b.) la subcategoría de mayor participación, especialmente automóviles y camiones para servicio pesado y autobuses, cuyas emisiones contribuyeron en un 77% al transporte terrestre en 2022.

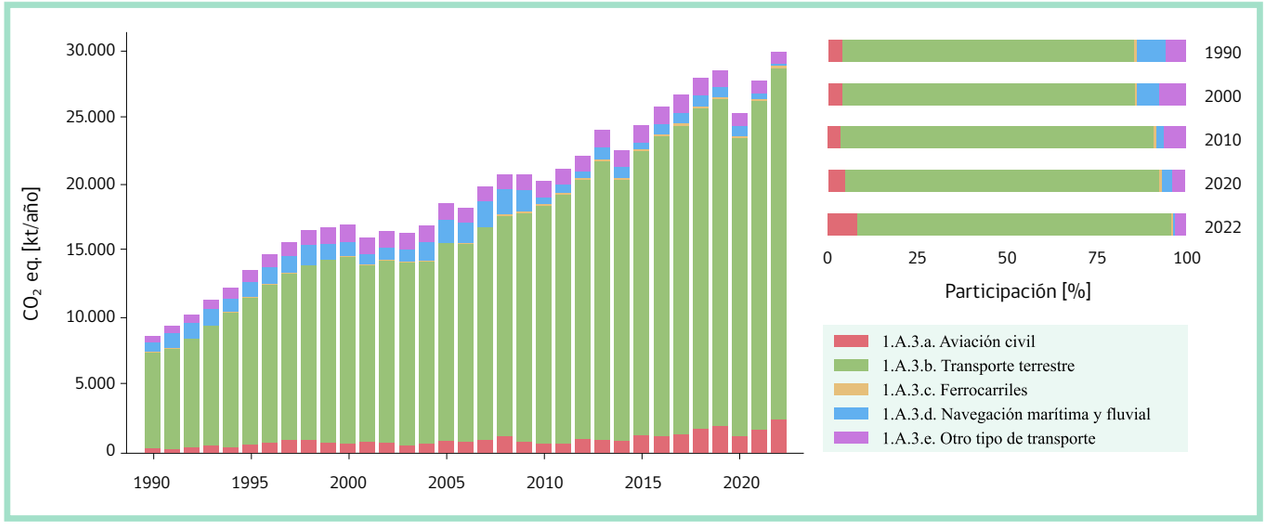


Figura 13. Transporte (1.A.3.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

2.3.5 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 las actividades móviles relacionadas con esta misma.

En 2022, las emisiones de GEI de esta subcategoría alcanzaron las 8.314 kt de CO_2eq, aportando con un 9,8% del sector y representando un incremento de un 99% desde 1990 y de un 8,7% desde 2020 (Figura 14). La tendencia al alza hasta el 2018 se debió principalmente al aumento de la subcategoría Comercial/institucional (1.A.4.a.).

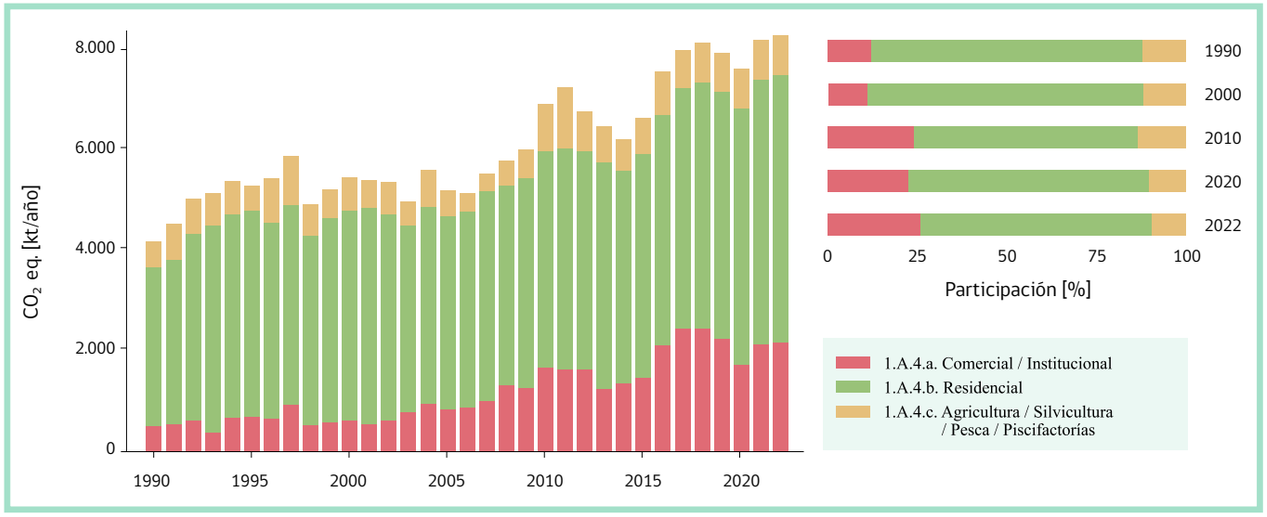


Figura 14. Otros sectores (1.A.4.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

[15] Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2022: dinámica y desafíos de la inversión para impulsar una recuperación sostenible e inclusiva. (Comisión Nacional para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2024).

2.3.6 Comparación entre el Método de referencia y el Método sectorial

La comparación de los resultados de las emisiones de CO_2 obtenidas con el Método de referencia y el Método sectorial, permite comprobar la validez de los cálculos realizados. El Método de referencia usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el Método sectorial usa valores parcializados acotados a cada categoría que en su conjunto suman el total nacional del sector Energía.

En la Figura 15, se observa la diferencia porcentual entre el Método de referencia y el Método sectorial para la serie 1990-2022. El promedio de las diferencias absolutas de estas variaciones es de 4,2% con un máximo absoluto de 12% en 2013, seguido de un 11% durante el año 2014, cuyas diferencias se deben principalmente a correcciones de interpolación para esos años con respecto al consumo de carbón y diésel en la subcategoría Minería (1.A.2.i.), por falta de datos. Para los casos en que la diferencia es mayor al 5%, se debe principalmente a las correcciones históricas realizadas por casos particulares en cada uno de esos años, los cuales no se ven reflejados en el método de referencia, porque los datos utilizados en este método vienen directamente del Balance Nacional de Energía.

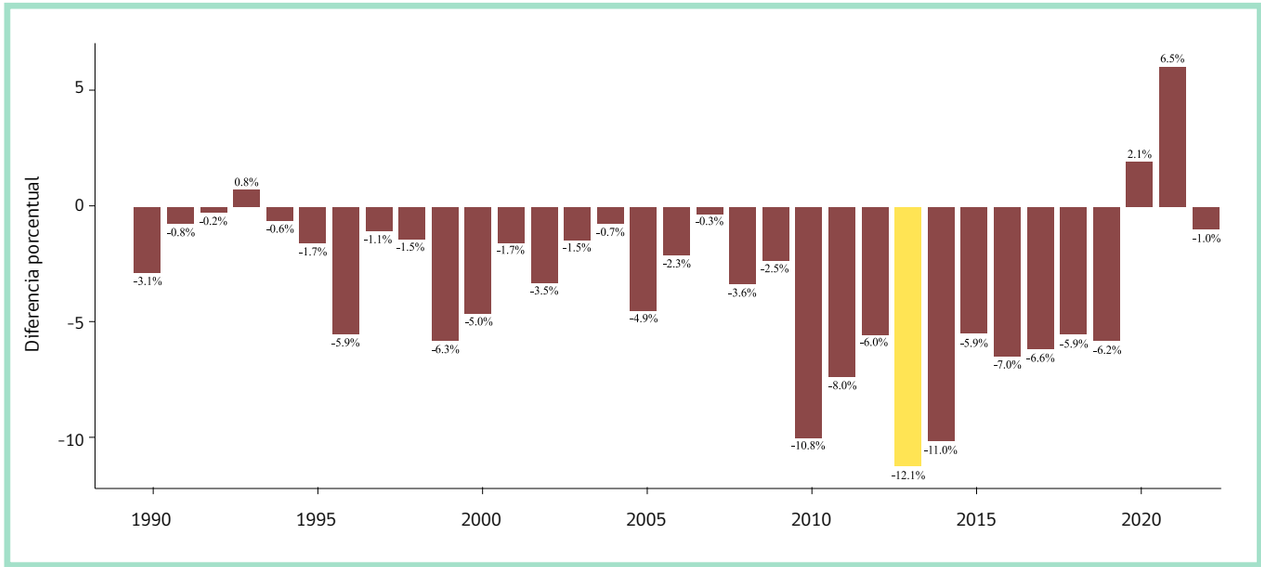


Figura 15. Actividades de quema de combustible: diferencia porcentual entre las emisiones de CO_2 del Método sectorial y el Método de referencia, serie 1990-2022.

Foto: Jorge Herreros

2.4 SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (2)

2.4.1 Panorama general

El sector Procesos Industriales y Uso de Producto (IPPU, por su sigla en inglés) incluye las emisiones de GEI producidas por una gran variedad de actividades industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos. En 2022, este sector representó un 5% del balance de GEI. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 8.149 kt de CO_2eq, incrementándose en un 337% desde 1990 y en un 20% desde 2020, debido principalmente a la reactivación industrial post pandemia y al incremento del uso de los HFC, sumado al crecimiento sostenido, aunque irregular, de las emisiones de las industrias del cemento, cal y el vidrio (Figura 16).

La serie histórica muestra una tendencia al alza de las emisiones GEI del sector, que hasta el año 2007 se explica por el crecimiento sostenido de las emisiones provenientes de las industrias químicas y de los minerales. Luego, el crecimiento exponencial de las emisiones por uso de HFC, principalmente como refrigerante, es lo que marca la tendencia al alza de las emisiones, convirtiendo a esta actividad en la principal fuente del sector.

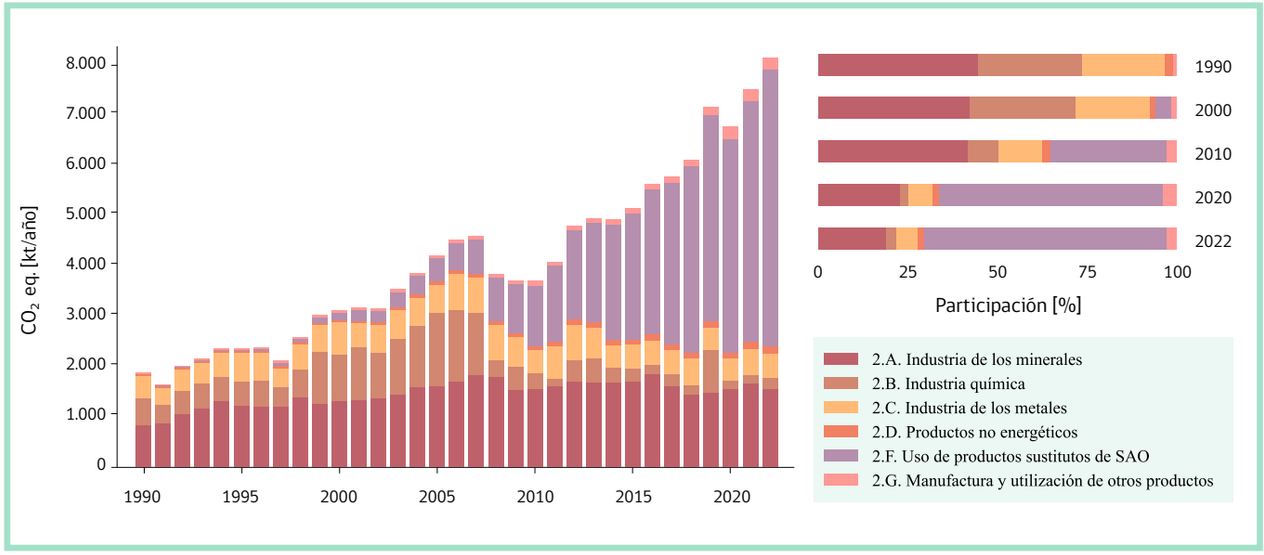


Figura 16. Sector IPPU: emisiones de GEI por categoría, serie 1990–2022.

Foto: Daniela Madrazo O.

2.4.2 Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2.F.)

Esta categoría incluye los gases de las familias de los hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) los cuales poseen un alto efecto invernadero. Los HFC, y en una medida muy limitada los PFC, sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y que están siendo retiradas de circulación en virtud del Protocolo de Montreal.

La categoría Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, es la principal categoría emisora de GEI del sector IPPU, con 68% de la participación en 2022. En el mismo año, sus emisiones de GEI contabilizaron 5.527 kt de CO_2eq, incrementándose en un 3.995% desde 2000 y en un 30% desde 2020 (Figura 17). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el consumo de HFC como refrigerante en equipos de refrigeración y aire acondicionado. Las emisiones se generan por fugas del gas HFC que se producen por el uso de estos equipos. Estas fugas dependen de la capacidad instalada o banco que crece cada año, lo que provoca una emisión de forma exponencial.

Por tipo de emisión, la principal fuente para el año 2022 asociada a Refrigeración y aire acondicionado es la mantención (resultado de fugas por malos sellos, fallas o roturas) con un 73%; a la que le siguen los contenedores (13%), el fin de vida útil (13%) y finalmente la instalación (1,0%) (Figura 18).

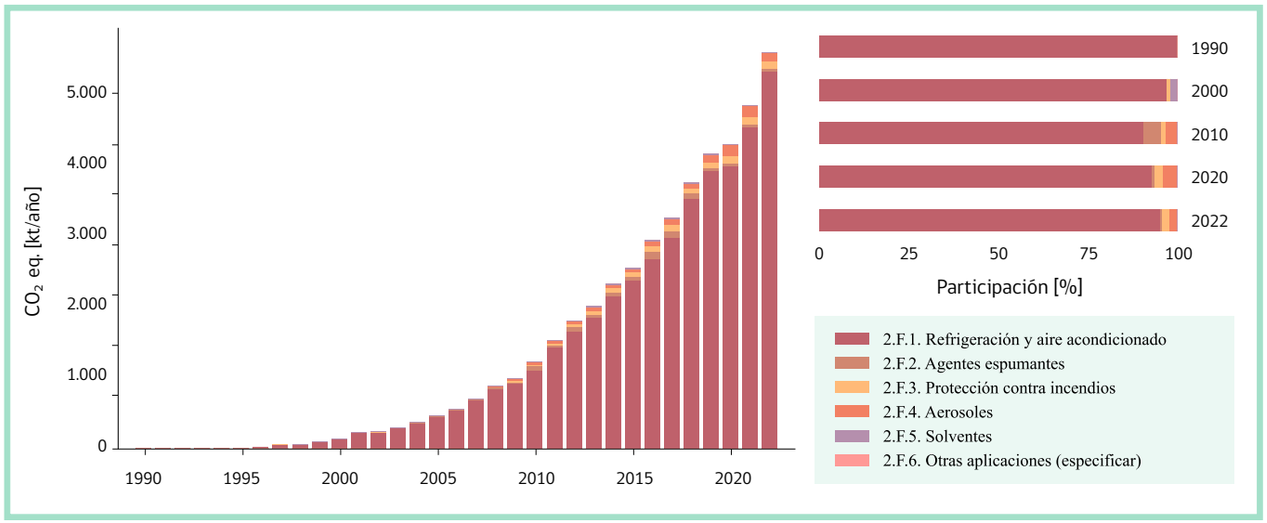


Figura 17. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

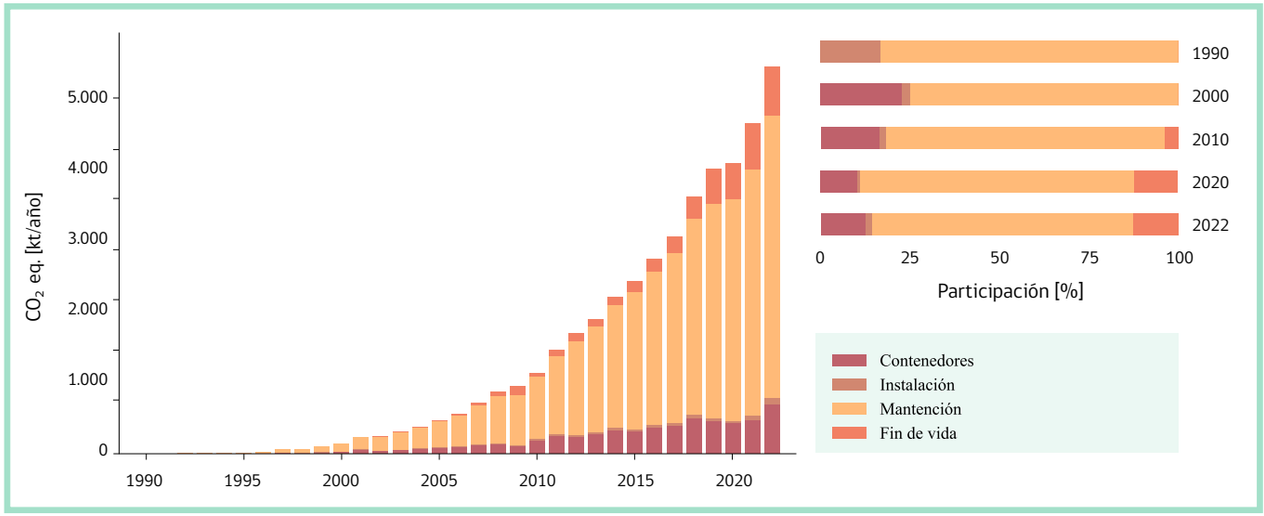


Figura 18. Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1): emisiones de GEI por tipo de emisión, serie 1990-2022.

SECTOR AGRICULTURA (3)

2.5.1 Panorama general

En Chile, el sector Agricultura (3.) contabiliza las emisiones provenientes de diferentes actividades agropecuarias. Las emisiones de este sector provienen de los procesos digestivos de distintos animales, emisiones provenientes de la producción de cultivos destinados al consumo humano y animal, emisiones producidas por el ciclo del nitrógeno en procesos de fertilización, excreción de N en la pradera por animales a pastoreo o quema de residuos agrícolas. En concreto, los diferentes procesos que producen emisiones se agrupan en: la fermentación entérica (3.A.) y gestión de estiércol de diversos animales (3.B.), cultivos de arroz (3.C.), gestión de suelos agrícolas (3.D.), quemas de residuos agrícolas en el campo (3.F.), enmiendas calcáreas (3.G.) y aplicación de urea (3.i). Los principales gases emitidos por este sector son el CH_4 y N_2O; aunque también existe una emisión baja de CO_2. El presente inventario adopta exclusivamente las metodologías propuestas por el refinamiento de las Directrices del IPCC de 2006, elaborado en 2019.

En Chile, el sector Agricultura incluye las emisiones de GEI asociadas a la mayoría de las actividades consideradas por el IPCC, que producen alguna cantidad considerable de emisiones. En 2022, el sector Agricultura representó un 5,5% del balance de GEI y un 8,3% de las emisiones totales. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 9.211 kt de CO_2eq, disminuyendo en un 12% desde 1990 y en un 6% desde 2020 (Figura 19). El principal causante de la disminución de las emisiones del Sector Agricultura se asocia con la reducción en la población bovina, en especial de animales destinados a la producción de carne. Está disminución está asociada a la baja rentabilidad del rubro, en comparación a otras alternativas pecuarias y agrícolas, y a la oferta de carne bovina importada desde distintos países.

Para el año 2022, las categorías Fermentación entérica (52%) y Suelos agrícolas (30%) fueron las de mayor contribución al total emitido por el Sector Agricultura, aportando el 82% de su total.

Figura 19. Sector Agricultura: emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022.

2.5.2 Fermentación entérica (3.A.)

Esta categoría contabiliza las emisiones de CH_4 provenientes de la fermentación entérica de distintos animales relacionados con actividades agrícolas. Estos animales se agrupan en cuatro grandes grupos: bovinos, ovinos, porcinos y otro tipo de ganado.

En 2022, las emisiones de GEI contabilizaron 4.807 kt de CO_2eq, disminuyendo en un 29% desde 1990 y en un 4% desde 2020 (Figura 20). La estimación de emisiones de esta categoría guarda estrecha relación con la población animal, por lo que, en primer orden, las emisiones dependen de la cantidad de animales contabilizados en el inventario. Estas reducciones dicen relación con la disminución de la rentabilidad de los negocios de producción bovina de carne, asociado principalmente con la importación de este tipo de producto. En el caso de la población ovina, su disminución se asocia principalmente con una reducción del precio de venta de lana ovina en los mercados internacionales.

Figura 20. Fermentación entérica (3.A.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990–2022.

2.5.3 Suelos agrícolas (3.D.)

Esta categoría incluye emisiones directas e indirectas de N_2O generadas desde la superficie de los suelos, producto de procesos microbianos asociados a la aplicación de nitrógeno en forma de fertilizante sintético y orgánico; de orina y de estiércol depositado por animales en pastoreo; residuos de cultivos; mineralización/inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/pérdida de materia orgánica del suelo, resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales; y el drenaje/gestión de suelos orgánicos.

En 2022, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 2.732 kt de CO_2eq, aumentando en un 16% desde 1990 y disminuyendo en un 9% desde 2020 (Figura 21). La gran mayoría de las emisiones provienen de emisiones directas de N_2O, en donde los principales causantes de la tendencia son la aplicación de fertilizantes inorgánicos, residuos de cosechas y la orina y estiércol depositado por animales de pastoreo, las que representan el 88% de sus emisiones.

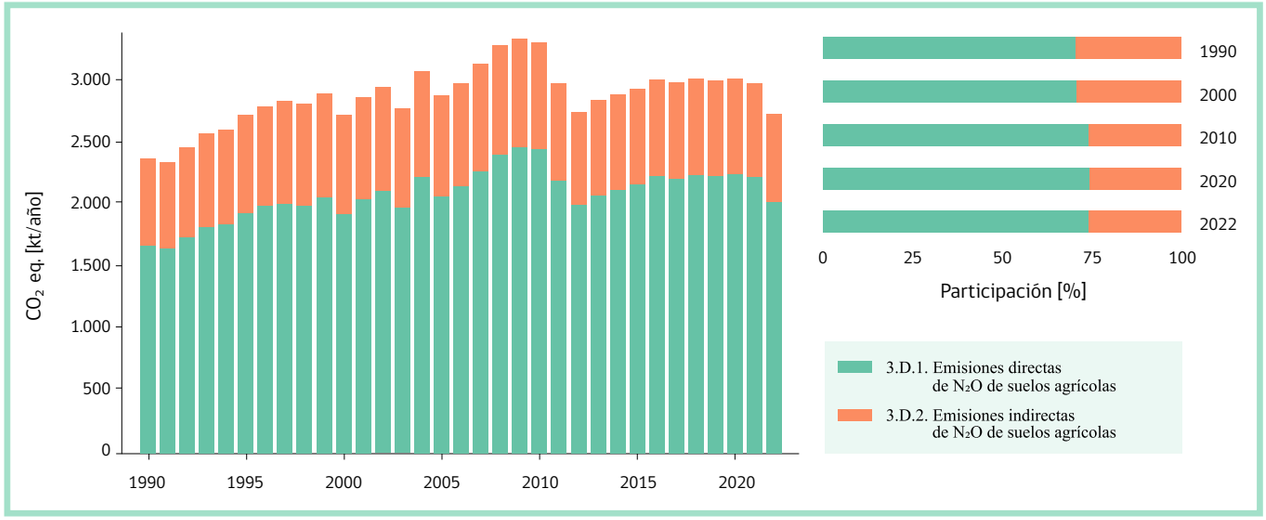


Figura 21. Suelos agrícolas (3.D.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990–2022.

2.6 SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (4)

2.6.1 Panorama general

El sector UTCUTS, que incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades silvícolas y al cambio de uso de la tierra, es el único sector que consistentemente absorbe CO_2 en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación. Este sector representó un 34% del balance de GEI en 2022. En el mismo año, sus emisiones y absorciones alcanzaron las -56.678,8 kt de CO_2eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 32% desde 1990 y aumentando en un 3,8% desde 2020 (Figura 22). Las categorías de Tierras forestales y Productos de madera recolectada, se mantienen como los más importantes del sector, especialmente por su calidad de sumidero.

Las Tierras forestales han disminuido su condición de sumidero desde 1990, lo que se explica principalmente por una disminución de conversión de tierras a tierras forestales y un aumento en los incendios forestales. Desde el 2020 ha aumentado levemente su condición de sumidero, debido a una disminución del consumo de trozas que se produjo en 2022. También se observa una disminución en la conversión de tierras a tierras forestales con tasas muy bajas de forestación.

En el caso de los Productos de madera recolectada, estos han aumentado su contribución en la serie temporal desde 1990, con el aumento de la producción de productos de madera aserrada y tableros, y se ven afectados en su contribución cuando disminuye la producción de estos productos. Un ejemplo de esto es el impacto en el mercado en el año 2009 y se ven las disminuciones en 2020 y 2022.

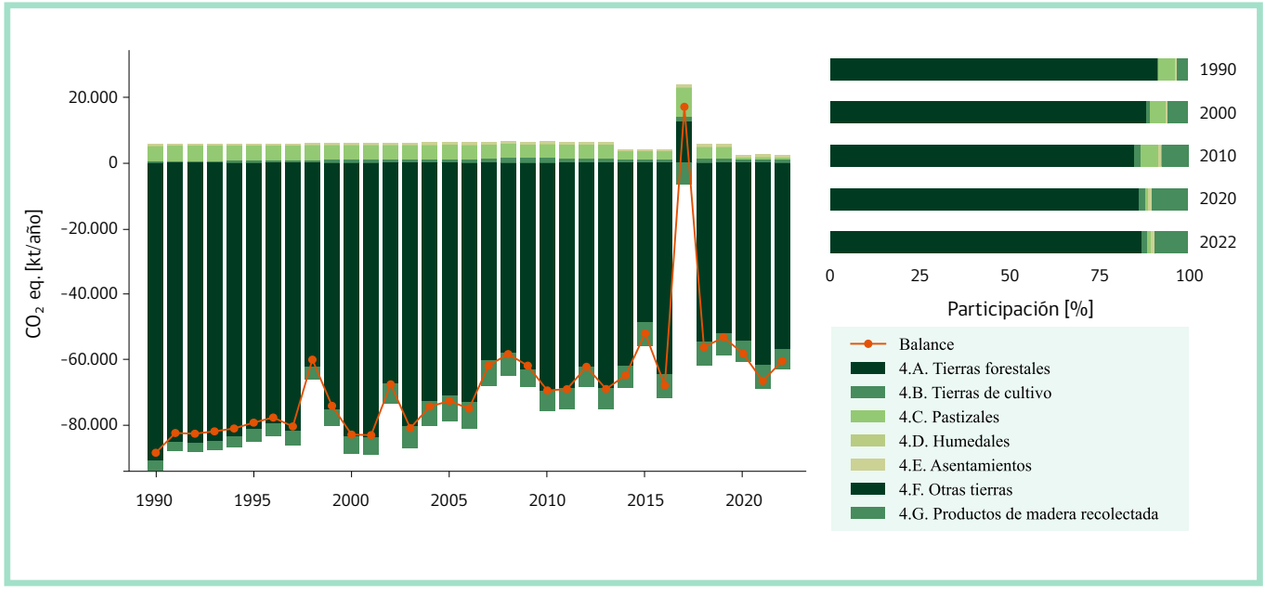


Figura 22. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI por categoría, serie 1990–2022.

El resto de las categorías de usos de la tierra explican sus emisiones principalmente por los cambios de usos de la tierra que se producen durante la serie temporal. Las emisiones de las Tierras de cultivo están asociadas principalmente a la conversión de Tierras forestales y Pastizales. Los Pastizales presentan emisiones que se deben principalmente a la conversión de Tierras forestales las que, si bien han disminuido durante la serie temporal, presentan un aumento entre los años 2017 y 2019, destacándose 2017 con una mayor conversión de Tierras Forestales hacia Pastizales. En el caso de Asentamientos, las emisiones se asocian a la conversión de Tierras Forestales, Tierras de Cultivo y Pastizales, lo que se relaciona directamente con el crecimiento poblacional y por ende, al aumento de los asentamientos urbanos del país. Además, es importante destacar el incremento de estas conversiones desde el año 2018 a la fecha.

El sector UTCUTS se ve afectado en la serie temporal por el aumento en la frecuencia de incendios, impactando principalmente a las Tierras forestales y aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero en los años que se producen. Ejemplo de ello es el significativo aumento de emisiones de GEI en 1998, 2002, 2008, 2015, 2017, 2019, 2020 y 2022. En particular, en 2017 fueron afectadas 570.000 hectáreas por incendios en Tierras forestales, Tierras de cultivo y Pastizales.

2.6.2 Tierras forestales (4.A.)

Esta categoría, relevante en el sector UTCUTS, incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo en Tierras forestales que permanecen como tales y en Tierras convertidas en tierras forestales.

Las tierras forestales alcanzaron en 2022 una superficie de 18.271.608 ha en el país, de las cuales 82% corresponden a tierras de bosque nativo, 17% plantaciones forestales y 1% a bosques mixtos. Las tierras forestales que al 2022 se consideran bajo gestión, corresponden al 64% del total de tierras forestales, lo que incluye a la superficie total de plantaciones forestales, la superficie de bosque nativo con plan de manejo, la superficie de bosque nativo que está en áreas de conservación, la superficie de bosque nativo de renovales, el bosque nativo que se origina debido al cambio de uso de la tierra y del cambio de cobertura vegetacional desde plantaciones forestales y el bosque mixto. Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo.

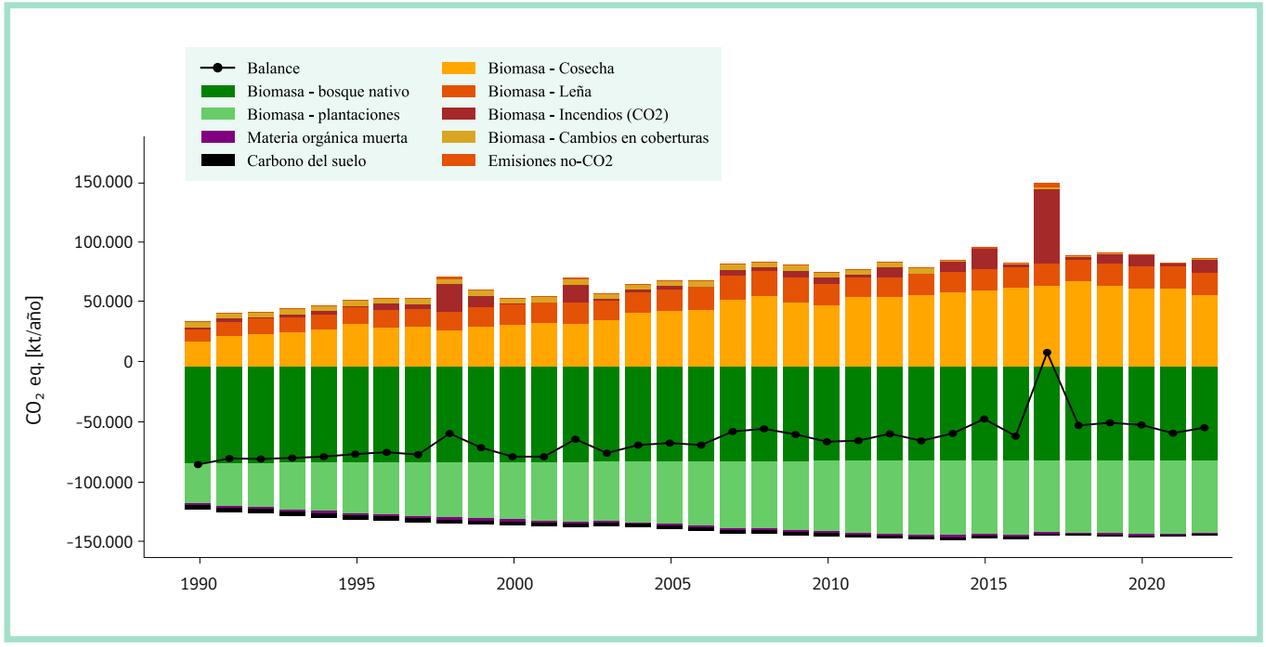


Figura 23. Tierras forestales (4.A.): emisiones y absorciones de GEI por depósito de carbono, serie 1990-2022.

En 2022, el balance de GEI contabilizó -53.210,5 kt de CO_2eq, manteniendo su condición de sumidero durante casi toda la serie, esta categoría ha disminuido su condición de sumidero en un 38% desde 1990 y la ha aumentado en 4,6% desde el 2020 (Figura 23).

Para el caso de los incrementos de la biomasa, en 2022 el bosque nativo contribuyó con 34%, seguido de las plantaciones con 26%. El incremento de biomasa de bosque nativo ha disminuido en 2,8% desde 1990 y en 0,02% desde 2020. Esto se debe a una disminución de las absorciones de renovales y bosques que se encuentran bajo conservación, ya que alcanzan su madurez y pasan a tener un balance cero en emisiones y absorciones. Por otra parte, el incremento de biomasa de plantaciones forestales ha aumentado en un 79% desde 1990 y ha disminuido un 1,3% desde 2020. Esto muestra la evolución que han tenido las plantaciones desde la década del 70, donde se inicia la forestación y por eso se manifiesta una tasa creciente en la serie temporal. No obstante, en los últimos años de la serie temporal ha disminuido la tasa de forestación y la superficie de plantaciones forestales ha sido afectada por incendios forestales.

En el caso de las pérdidas de biomasa, en 2022, las cosechas comerciales de trozas tienen la mayor participación en el balance con un 26%, le sigue la leña con un 8,2%, las pérdidas de carbono por incendios alcanzan un 4% y las pérdidas de biomasa por cambio de cobertura vegetacional llegan al 0,1%. Las pérdidas de biomasa por cosecha han aumentado en 192 % desde 1990 y han disminuido en 8,7 % desde 2020. Esta disminución de 2022 se debe a un descenso en la actividad de casi todos los rubros de la industria forestal primaria. En conjunto con el aumento de las cosechas comerciales de trozas en la serie temporal, existe un aumento de la contribución de los Productos de Madera recolectada, que da cuenta de la permanencia del carbono retenido en los productos de madera provenientes de la cosecha, con una relación directa de aumentos de absorciones a medida que aumenta la producción de madera aserrada y tableros, principalmente.

Foto: Daniela Madrazo O.

Las emisiones no-CO_2 incluyen las emisiones de incendios y de quemas forestales y presentan fluctuaciones en la serie temporal en directa relación con los incendios forestales, observándose una mayor frecuencia e impacto en los últimos diez años de la serie temporal. Los incendios forestales tienen un efecto importante en la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI debido a que son capaces de alterar las tendencias, generando máximas de emisiones en 1998, 1999, 2002, 2015, 2017 y 2022 cuando se alcanzan las mayores superficies incendiadas (Figura 24).

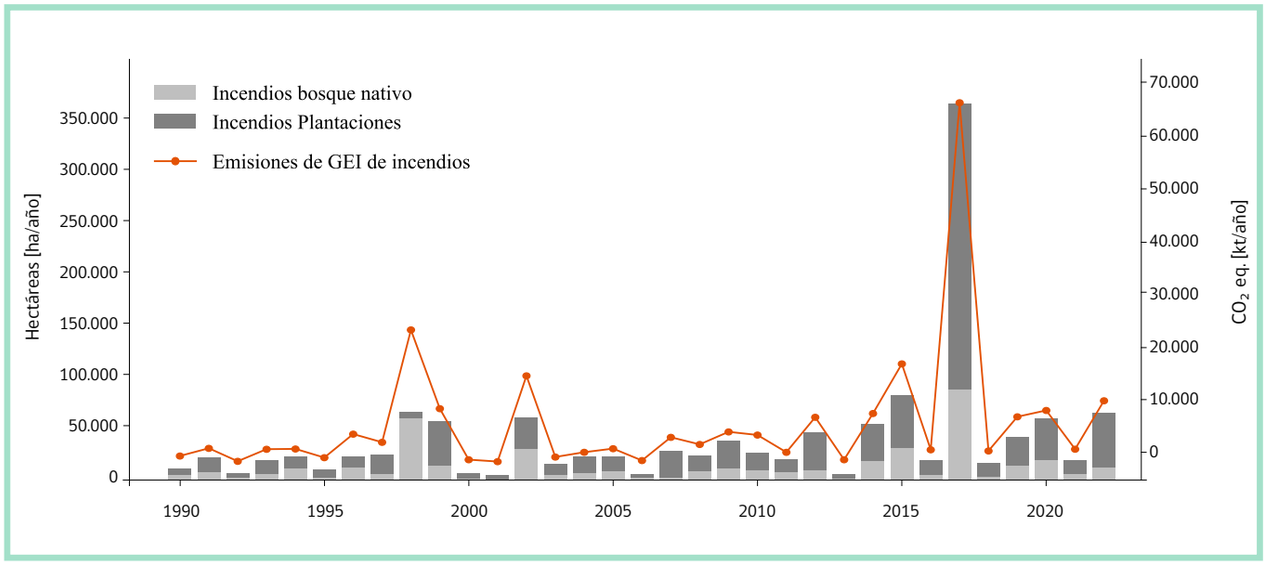


Figura 24. Incendios forestales en tierras forestales que permanecen como tal: superficie anual afectada por incendios y emisiones de CO_2, serie 1990-2022.

2.7 SECTOR RESIDUOS (5)

2.7.1 Panorama general

El sector Residuos (5) se compone de 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; por la descomposición anaeróbica de excretas humanas; y el tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas e industriales en fase líquida y sólida (lodos). Las emisiones de este sector son mayormente emisiones de CH_4. El inventario actual adopta, en la mayoría de los casos, las metodologías propuestas por el refinamiento de las Directrices del IPCC de 2006, elaborado en 2019.

En Chile, el sector Residuos incluye las emisiones de GEI provenientes de la disposición de residuos sólidos, el tratamiento biológico de residuos, la incineración de residuos y el tratamiento y descarga de aguas residuales. En 2022 el sector Residuos representó un 5,3% del balance de GEI y un 8,0% de las emisiones nacionales. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 8.899 kt de CO_2eq, incrementándose en un 429 % desde 1990 y en un 7,6 % desde 2020, debido al aumento de la población, los residuos generados tanto líquidos como sólidos, y los cambios en los sistemas de tratamiento de los residuos (Figura 25).

A continuación, se describen a grandes rasgos las dos categorías que más contribuyeron, en términos de emisiones en 2022, al sector Residuos: las categorías Disposición de residuos sólidos (76%) y Tratamiento y descarga de aguas residuales (21%).

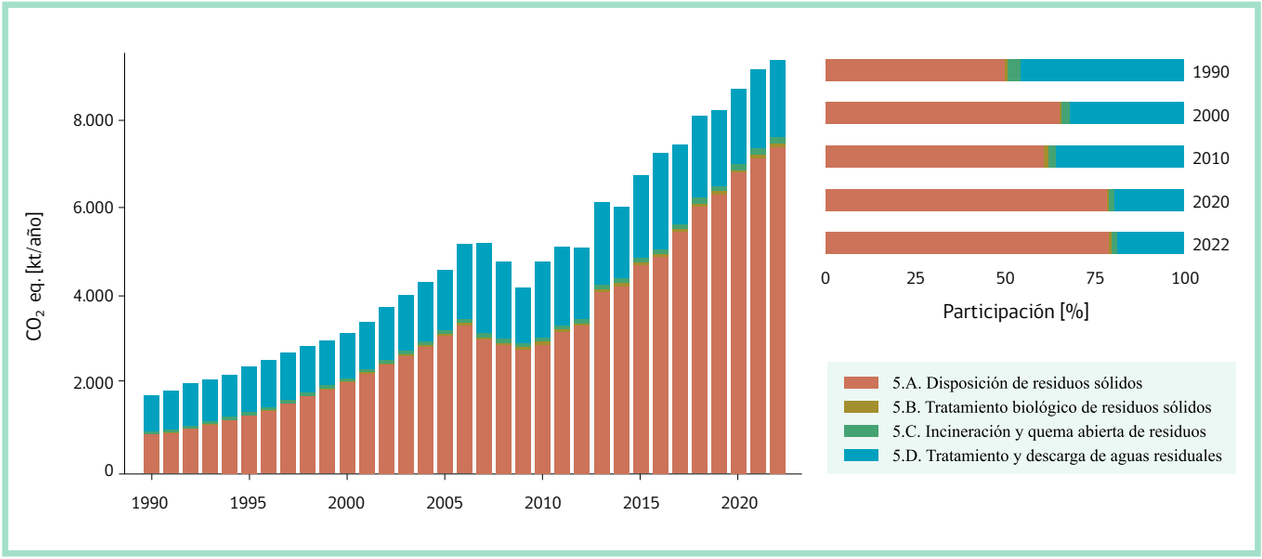


Figura 25. Sector Residuos: emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022.

2.7.2 Disposición de residuos sólidos (5.A.)

Esta categoría contabiliza las emisiones de CH_4 producidas por los residuos sólidos dispuestos o eliminados en sitios de gestión de residuos. El inventario contabiliza las emisiones generadas en sitios gestionados y no gestionados, los que son definidos como rellenos sanitarios; y vertederos y basurales, respectivamente. El inventario no incluye otras emisiones que podrían generarse en otros sitios de disposición, como vertederos ilegales o microbasurales. Sin embargo, dado que las emisiones ocurren en su gran mayoría en condiciones anaeróbicas, el inventario debería contabilizar la mayoría de las emisiones por la disposición de residuos sólidos.

Foto: Fernando Medrano

En 2022, las emisiones de GEI de esta categoría alcanzaron las 7.028 kt de CO_2eq, incrementándose en un 739% desde 1990 y en un 8,4% desde 2020, debido al crecimiento sostenido de la población, su modelo de consumo y los cambios en la proporción de residuos dispuesta en cada tipo de sitio de disposición final (Figura 26). Desde 2006 a 2010 hay una reducción en la tendencia que se debe a nuevos proyectos que recuperan CH_4 en algunos rellenos sanitarios del país; sin embargo, la intensidad de la captura decrece con el tiempo, volviéndose a evidenciar un aumento en las emisiones. Por otro lado, se evidencia la participación mayoritaria de las emisiones producidas por rellenos sanitarios, lo que se explica, por una parte, por la disposición de residuos en estos sitios, que a nivel nacional representa cerca del 90% del total de residuos sólidos y por otra parte, por las condiciones anaeróbicas de estos sitios.

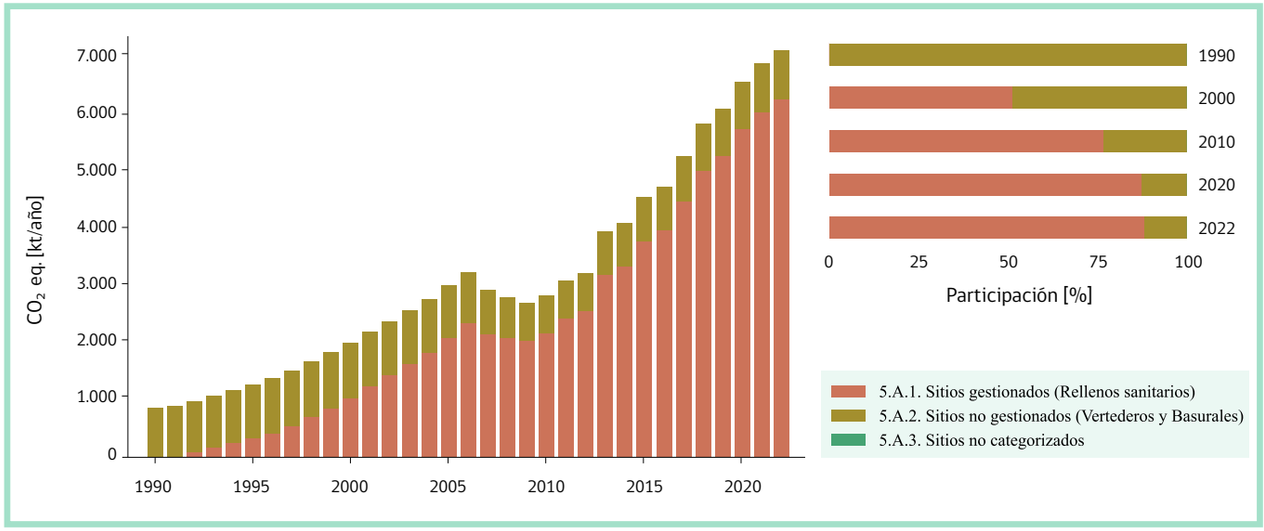


Figura 26. Disposición de residuos sólidos (5.A.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

2.7.3 Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.)

Esta categoría contabiliza las emisiones producidas por el tratamiento de las aguas residuales, domésticas e industriales, además de las emisiones producidas por la descarga de las aguas tratadas y no tratadas, esta última, incorporada en la actualización del presente inventario. En Chile la mayoría de las aguas residuales pasan por algún tipo de tratamiento, lo que se evidencia con el aumento sostenido de las emisiones generadas por estos tratamientos. Esta categoría incluye emisiones de CH_4 y N_2O.

En 2022 las emisiones de GEI alcanzaron las 1.654 kt de CO_2eq, incrementándose en un 115% desde 1990 y en un 3,1 % desde 2020, debido principalmente al aumento de población y la producción de aguas residuales (Figura 27). Por otro lado, se observa que la mayoría de las emisiones provienen de las aguas residuales domésticas, por la dimensión de las descargas y la carga orgánica presente en ellas. Es importante destacar las emisiones producidas por las aguas industriales, las que no presentan una tendencia clara, debido a que esta responde a actividades industriales específicas y su misma intensidad.

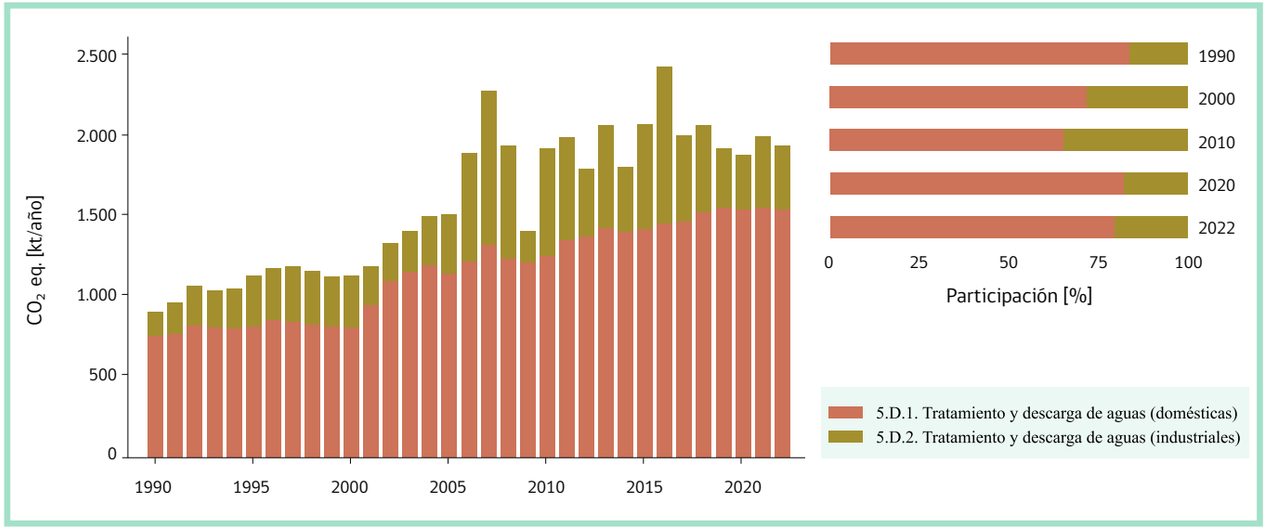


Figura 27. Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.): emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2022.

2.8 NUEVOS CÁLCULOS

En cada actualización y publicación del INGEI se elabora una revisión exhaustiva de los datos de actividad, metodologías y supuestos aplicados en la construcción y estimación de las emisiones y absorciones de gases de efectos invernadero. Como parte de este proceso de mejora del inventario, nuevas fuentes de información, datos de actividad o factores para la estimación son recopilados y utilizados en la estimación de emisiones. El inventario actual, vale decir INGEI 1er IBT (Inventario incluido en el primer Informe Bienal de Transparencia) considera una serie de cambios y mejoras que afectaron toda la serie de emisiones, además de la inclusión de los Potenciales de Calentamiento Atmosféricos (PCA) del 5to Informe de Evaluación del IPCC (AR5, por su sigla en inglés). En general estos cambios responden a necesidades levantadas tanto en revisiones internas, es decir, revisiones de expertos nacionales o propuestas de mejoras de los equipos sectoriales, como de mejoras planteadas por revisiones internacionales.

Esta sección presenta la comparación de las estimaciones de emisiones y absorciones entre el inventario actual y la última actualización presentada. Considerando que este inventario es el primero dentro del periodo de implementación del Marco Reforzado de Transparencia para el Acuerdo de París, no existen inventarios para comparar. Sin embargo, dado que es una práctica habitual y valiosa, para lectores externos, en el proceso de actualización del INGEI de Chile se decide presentar nuevos cálculos.

La Tabla 9 presenta la comparación y diferencia para algunos años del inventario actual (1er IBT) y el inventario anterior (5to IBA), en donde ambas estimaciones consideran los PCA del AR5. Esto se realiza de esta manera para evidenciar las diferencias solo por cambios metodológicos o datos de actividad y no por la consideración de otros factores de conversión, como los PCA.

Tabla 9. Nuevos cálculos: comparación de los balances de GEI (kt de CO_2eq) del INGEI 5to IBA (serie 1990-2020) e INGEI 1er IBT (serie 1990-2022).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
INGEI 5to IBA	-16.175,6	-2.338,2	6.141,9	17.330,1	24.181,2	57.571,7	56.806,4		
INGEI 1er IBT	-35.577,8	-18.294,2	-7.931,1	8.214,1	19.983,1	51.992,9	49.135,5	48.255,2	54.370,0
Diferencia	**-19.402,2**	**-15.956,0**	**-14.073,0**	**-9.116,0**	**-4.198,1**	**-5.578,8**	**-7.670,9**	-	-

Los resultados obtenidos y contrastados muestran una diferencia negativa entre ambos inventarios, que se traducen en una reducción de las emisiones del inventario actual, INGEI 1er IBT, por sobre el inventario anterior. Estas diferencias se pueden observar a lo largo de toda la serie, en donde las diferencias mayores se encuentran al comienzo de la serie (Figura 28). La diferencia promedio estimada fue de 10.063 kt de CO_2 eq. Estas diferencias responden a múltiples factores, en los distintos sectores. Para fines de transparencia, en este resumen del inventario se incluyen los principales cambios de manera resumida, mientras que el detalle de los cambios puede ser consultados en el **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022**. A continuación, se listan los principales cambios por sector.

- Energía: Actualización de factores de emisiones según estudio de contenido de carbono. Mejora de estadísticas de datos de actividad del consumo de leña.
- IPPU: No se aplicaron mejoras sustantivas.

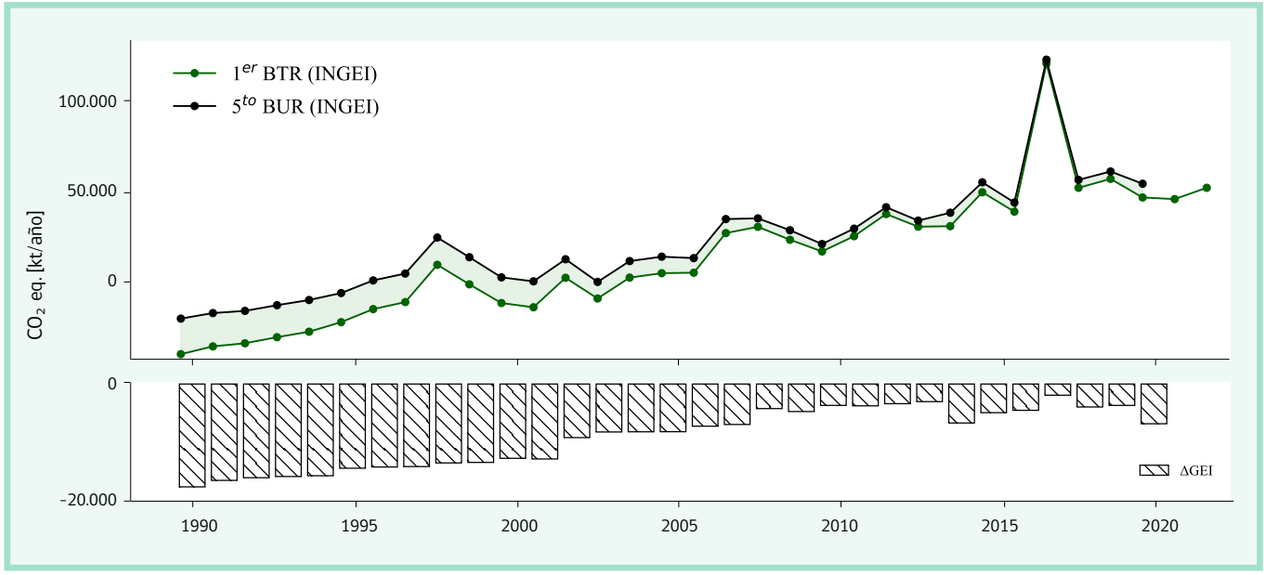


Figura 28. Nuevos cálculos: comparación de los balances de GEI del INGEI 5to IBA serie (1990-2020) e INGEI 1er IBT (serie 1990-2022).

- Agricultura: Se actualizaron las metodologías de estimación, pasando a las propuestas por el Refinamiento de las Directrices para elaborar inventarios del IPCC de 2006, publicadas en 2019.
- UTCUTS: Se actualizaron las superficies de bosque nativo y se actualizó la información de crecimiento de plantaciones con una disminución de las tasas de crecimiento de algunas especies.
- Residuos: Se actualizaron las metodologías para el tratamiento y descarga de aguas residuales.

Las grandes magnitudes en las diferencias se deben principalmente a los cambios en el sector UTCUTS. Debido a que este sector representa gran parte del inventario, se realiza un análisis de los nuevos cálculos del inventario, excluyendo este sector (Figura 29). Los resultados muestran una disminución sistemática entre ambos inventarios, favorable al inventario actual, es decir una disminución en las emisiones. Estas diferencias alcanzan las 2.899 kt de CO_2eq en promedio para toda la serie contrastada, evidenciando el impacto del sector en los nuevos cálculos del inventario.

Por otra parte, como se menciona anteriormente, otro cambio importante es la consideración de otro PCA. Esto se realiza siguiendo las indicaciones de las MPG para la implementación del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París. Este cambio implica diferencias importantes en las emisiones de algunos sectores, dependiendo de las emisiones o absorciones del sector. Para dar cuenta de las diferencias provocadas por la actualización del PCA, en el inventario actual se contrastan considerando el PCA del AR4 y AR5 (Figura 30). Las diferencias muestran cambios menores en las estimaciones, disminuyendo el total del balance al considerar el PCA del AR5 por sobre el PCA del AR4. Según los resultados obtenidos, el cambio en el PCA considerado no tiene mayores implicancias en el balance total de emisiones y absorciones.

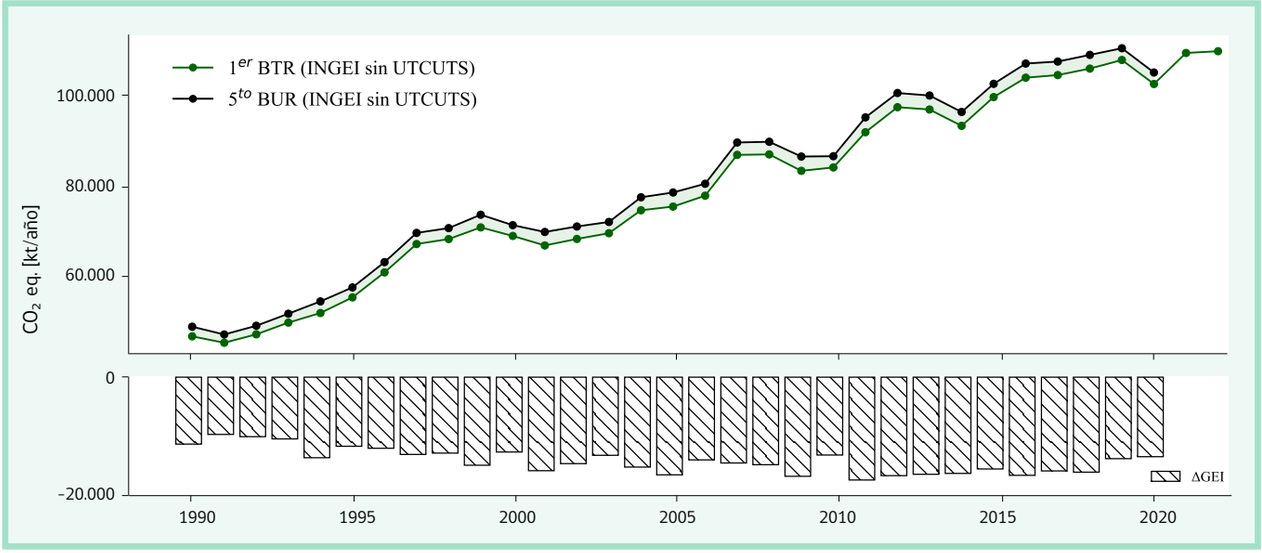


Figura 29. Nuevos cálculos: diferencia de las emisiones de GEI del INGEI 5to IBA serie (1990–2020) e INGEI 1er IBT (serie 1990–2022).

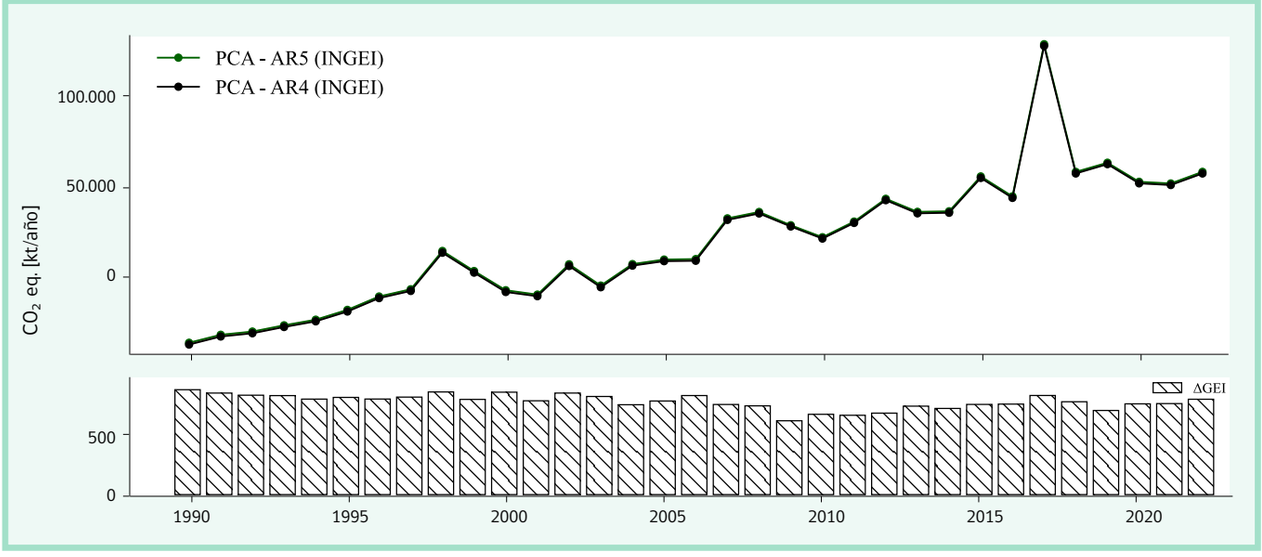


Figura 30. Comparación del INGEI 1er IBT considerando distintos PCA.

2.9 INVENTARIOS REGIONALES DE GEI

2.9.1 Inventarios regionales de GEI

Debido a la extensión de Chile, las distintas regiones políticas del país se diferencian en aspectos que van desde lo climático hasta lo económico y social. Estas diferencias se traducen en factores importantes que influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero locales y regionales. El Inventario Regional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (IRGEI) contabiliza las emisiones nacionales del país, distribuidas en las distintas regiones políticas de Chile y busca resaltar la importancia que tienen las características del territorio, en cuanto a la relación que existe entre las actividades antropogénicas y las emisiones de GEI.

El IRGEI toma como base los resultados obtenidos de la estimación de emisiones GEI a nivel nacional y las distribuye, para algunos sectores, según distintos indicadores de intensidad que se relacionan con la categoría emisora. De esta forma, la estimación de emisiones GEI a nivel regional, no conforma una nueva estimación, sino una asignación de las emisiones a nivel regional, manteniendo las categorías, los niveles de actividad y las metodologías de estimación respecto del INGEI.

Si bien la distribución de estas emisiones se realiza considerando la ubicación de las fuentes emisoras, esta no considera cadenas de producción o demandas energéticas, por lo que las características geográficas de cada región tienen influencia en las emisiones asignadas.

2.9.1.1 Tendencias regionales de GEI

La tendencia del balance de GEI muestra un incremento de las emisiones para la serie 1990 - 2022 a nivel nacional que, al ser asignadas a las distintas regiones del país, muestran una zona norte y centro de Chile que se comporta como zona emisora, al mostrar un aumento sostenido de emisiones de GEI en la serie histórica. Por otra parte, las zonas sur y austral del país que, si bien se comporta como sumidero en el general de la serie histórica, muestra una pequeña reducción de las capturas en el tiempo (Figura 31).

En Chile, las emisiones de GEI responden, en primer lugar, a los niveles de consumo de combustibles fósiles en procesos de generación de energía eléctrica y en segundo lugar, a las absorciones generadas por plantaciones y otros tipos de uso del suelo. Esto explica que las regiones de Antofagasta, Valparaíso y Biobío, presenten un mayor nivel de emisión debido a la presencia de termoeléctricas y que las absorciones de Chile, contabilizadas en el sector UTCUTS, se produzcan mayormente en el sur del país, donde hay una menor densidad poblacional y existe una mayor cobertura vegetacional. Adicionalmente, dentro de las regiones de mayor emisión también se encuentra la Región Metropolitana, en donde la gran densidad poblacional es la causa principal de las emisiones de GEI, relacionadas tanto con transporte terrestre como con la disposición y tratamiento de residuos.

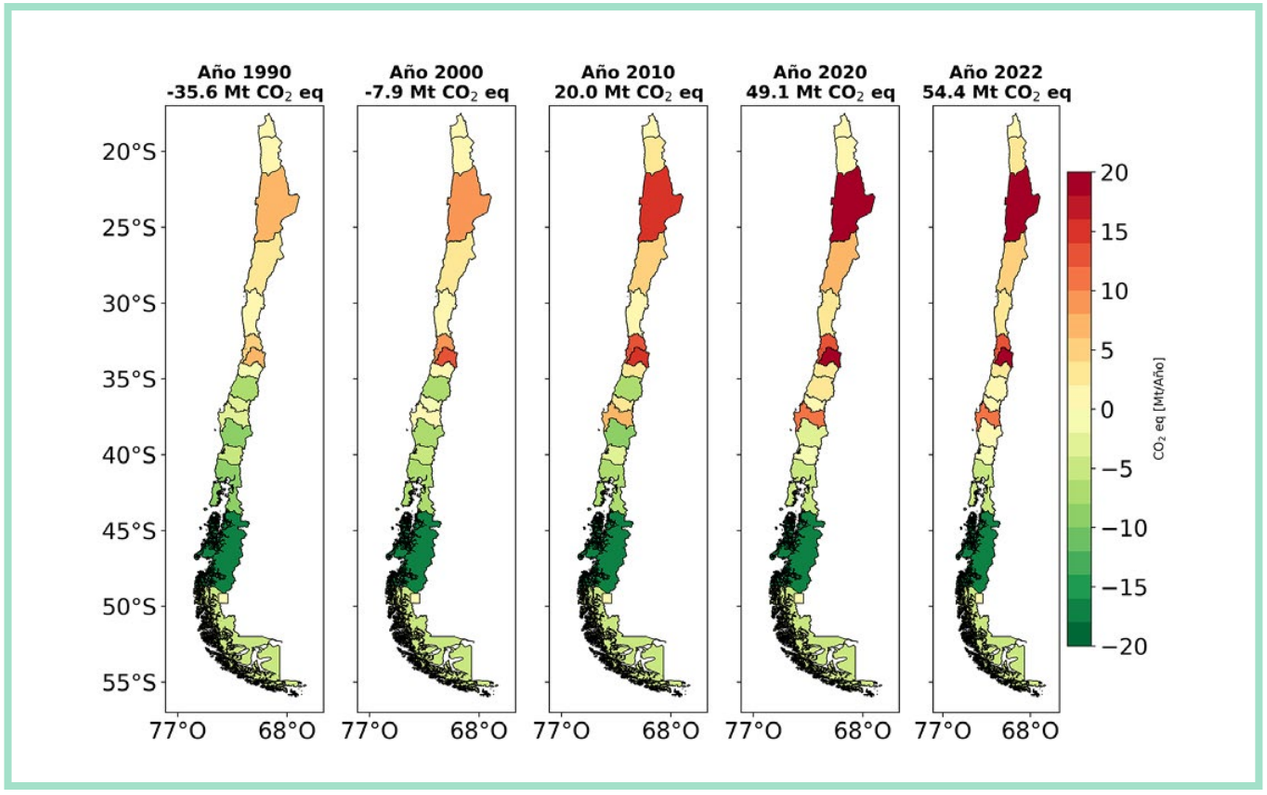


Figura 31. Balance de emisiones anuales de GEI por región política de Chile, expresados en CO_2eq para los años 1990, 2000, 2010, 2020 y 2022.

De esta manera, las regiones se pueden clasificar dentro de dos grupos; por una parte, se observa un grupo de regiones con un balance de emisiones positivo, en otras palabras, regiones emisoras (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O´Higgins, Maule, Ñuble y Biobío); y por otra parte, se observa un segundo grupo con un balance de emisiones negativo, es decir, regiones sumidero (Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aisén y Magallanes). Si bien en la Figura 31 se observa que la condición de región emisora o sumidero se mantiene en el tiempo, se releva el hecho de que las emisiones han incrementado y las capturas han disminuido entre 1990 y 2022. Existen años particulares en que la condición de sumidero de ciertas regiones se ha invertido producto de incendios forestales. Este es el caso del año 2017 en la región del Maule, los incendios de la Araucanía durante la temporada 2015 -2016 o los incendios que afectaron a la región de Los Lagos y Aysén en 1998. Más detalles sobre estos resultados pueden ser observados en **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022**.

2.9.1.2 Resultados sectoriales para 2022

Respecto de las emisiones y absorciones de GEI de cada región por sector, se aprecia la fuerte influencia del sector Energía en el grupo de regiones que son emisoras netas. Del mismo modo, se distingue la influencia que posee el sector UTCUTS en las regiones que son sumideros netos. Si se analiza por sector, para el 2022, se observa lo siguiente:

- El 68% de los GEI del sector Energía se concentran sumando las regiones Antofagasta, Valparaíso, Metropolitana y Biobío. Lo que tiene directa relación con la distribución de las plantas generadoras de energía del país y con el transporte terrestre.
- El 55 % de los GEI del sector IPPU se logra sumando las regiones de Antofagasta, Metropolitana, Valparaíso y Biobío. Esto se relaciona con la densidad poblacional, indicador utilizado en la metodología de distribución del uso de SAO, que explica cerca del 70% de la emisión del sector.
- El 54% de los GEI del sector Agricultura está distribuido entre las regiones Metropolitana, O´Higgins, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, destacándose esta última con un 19% con respecto del total. Las emisiones del sector en estas regiones responden al uso de fertilizantes nitrogenados, al manejo de estiércol y a las actividades ganaderas.
- El 78 % del sector UTCUTS, en términos absolutos, se logra sumado las regiones de La Araucanía, Los Lagos, Magallanes y Aysén, destacándose esta última que aporta el 32% con respecto del total. La participación del sector en el balance nacional se debe principalmente al bosque nativo, y las fluctuaciones de la serie histórica responden a cosechas e incendios forestales, sobre todo en 1998 y 2017.
- El 41% de los GEI del sector Residuos son emitidos en la Región Metropolitana, seguida por Biobío con un 13%. Estas emisiones se relacionan directamente con la densidad poblacional, con la cantidad de residuos sólidos y líquidos producidos y con los cambios en los sistemas de tratamiento y valorización.

Los resultados de emisiones y absorciones por región pueden ser observados en la Figura 32 y la Tabla 10.

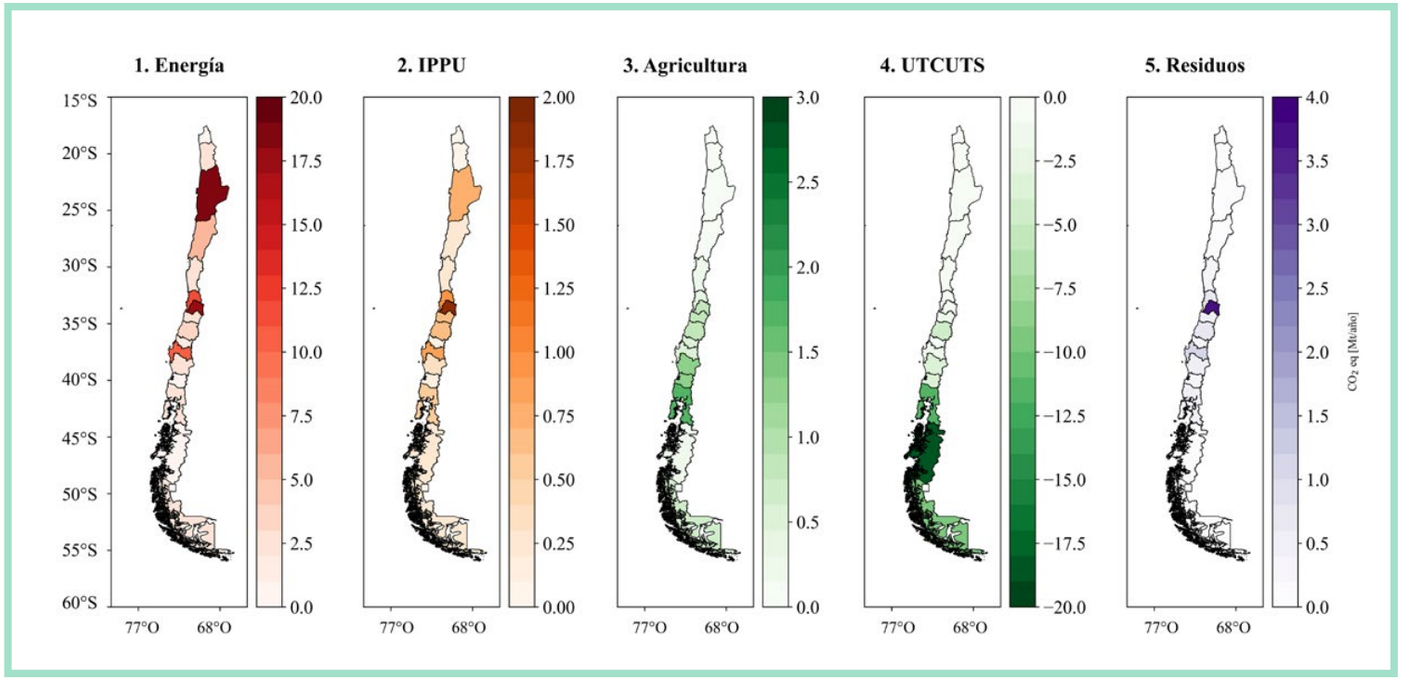


Figura 32. Emisiones y absorciones de GEI, según región política de Chile, expresados en CO_2eq para el año 2022.

Tabla 10. Resultado de emisiones y absorciones por cada región política de Chile, según sector del Inventario Nacional de GEI. Las emisiones y absorciones son presentadas en kt de CO_2eq para el año 2022.

Región	Energía	IPPU	Agricultura	UTCUTS	Residuos	Regional
Arica y Parinacota	619,9	61,7	36,0	-124,7	40,9	633,8
Tarapacá	2.054,9	65,1	12,0	-102,5	106,2	2.135,7
Antofagasta	18.543,6	771,7	8,9	-1,8	183,6	19.506,0
Atacama	5.417,4	291,6	28,9	31,2	118,3	5.887,4
Coquimbo	2.315,9	262,4	162,8	-213,6	316,5	2.844,0
Valparaíso	11.057,5	902,6	375,4	-253,7	642,9	12.724,7
Metropolitana	17.434,5	1.882,6	699,2	-654,6	3.675,5	23.037,2
O'Higgins	2.770,9	679,0	815,9	-1.285,5	504,2	3.484,5
Maule	3.013,8	630,3	763,4	-4.605,4	641,7	443,8
Ñuble	1.679,8	185,4	544,8	-806,8	309,9	1.913,1
Biobío	10.728,7	892,5	578,9	-1.940,9	1.143,8	11.403,0
Araucanía	2.084,2	311,3	1.265,7	-3.998,6	437,9	100,5
Los Ríos	972,8	167,9	1.230,1	-3.616,2	207,5	-1.037,9
Los Lagos	2.845,6	563,9	1.777,8	-11.005,1	441,4	-5.376,4
Aysén	687,2	231,5	295,9	-18.698,1	64,7	-17.418,8
Magallanes	2.564,2	249,0	614,6	-9.403,5	63,6	-5.912,1
Nacional	84.790,9	8.148,6	9.210,6	-56.679,7	8.898,6	54.369,0

O'Higgins: Región del Libertador Bernardo O'Higgins; Aysén: Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo; Magallanes: Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

2.9.2 IRGEI GPC

El Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC, por sus siglas en inglés) ofrece prácticas globalmente aceptadas de cuantificación y reporte de emisiones para escala subnacional, permitiendo incluir en el análisis las emisiones generadas tanto dentro de los límites geográficos establecidos, como aquellas que se producen en el exterior, como consecuencia de las actividades que tienen lugar dentro de estos.

Entre los objetivos principales del protocolo, cuya contabilidad y reporte se basan en los principios de relevancia, completitud, consistencia, transparencia y precisión, está desarrollar *"una línea base de emisiones, establecer metas de mitigación, crear planes de acción climática más específicos y hacer un seguimiento del progreso a través del tiempo, como también fortalecer las oportunidades para las ciudades de asociarse con otros niveles administrativos y aumentar el acceso a la financiación climática local e internacional"* [16].

La construcción del inventario regional de emisiones de GEI de Chile mediante la metodología GPC, no conforma una nueva estimación de emisiones, sino más bien una categorización y agrupación de las emisiones del inventario regional de gases de efecto invernadero, obtenido a partir de la distribución de las estimaciones nacionales y de la asignación de GEI según la fuente de emisión o sumidero. De esta manera, los sectores que se incluyen en la metodología GPC son: Energía estacionaria; Transporte; Residuos; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); y Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU).

[16] Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf

2.9.2.1 Metodología

De acuerdo con el lugar donde ocurren las emisiones GEI, el GPC considera tres categorías: alcance 1, para aquellas emisiones que ocurren dentro de los límites geográficos definidos, alcance 3 para aquellas emisiones que ocurren fuera de estos límites y alcance 2 para aquellas emisiones asociadas al uso de la electricidad, vapor y/o calefacción/refrigeración suministrada en red, que pueden o no cruzar los límites geográficos establecidos. De acuerdo con lo anterior, el IRGEI presentado en el apartado en el punto 9.1 corresponde a las estimaciones de alcance 1 para los sectores de Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos, donde se consideran solo las emisiones y absorciones "territoriales".

Respecto del IRGEI GPC de Chile, este se obtuvo seleccionando el nivel de reporte BÁSICO que cubre las emisiones de alcance 1 y alcance 2, provenientes de los sectores de Energía estacionaria y Transporte, así como las emisiones de alcance 1 provenientes del sector Residuos; adicionalmente se contabilizaron las emisiones de alcance 1 de los sectores IPPU y AFOLU.

2.9.2.2 Resultados

Los resultados de este inventario, al igual que los inventarios presentados anteriormente, se presentan como series de tiempo, desde 1990 hasta 2022. A modo de visualizar de mejor manera las diferencias entre los diferentes niveles del inventario, se presenta un diagrama de flujo de las emisiones (Figura 33), sin considerar el sector UTCUTS, desde los sectores del inventario, hacia las regiones, a un total nacional, luego hasta las emisiones de alcance 1 (territoriales) y las emisiones de alcance 2 (Electricidad), hasta llegar finalmente a los resultados regionales. Los resultados claves de esto se presentan en la segunda y última columna de este diagrama de flujo, las que muestran las emisiones asignadas solo en base a la ubicación de la fuente y las emisiones asignadas según las demandas eléctricas de la región Este diagrama permite identificar las diferencias entre las emisiones de las regiones considerando distintas metodologías para la asignación de estas.

La distribución de las emisiones categorizadas bajo "Electricidad", son las emisiones producidas por la generación de electricidad, la que se distribuye según las demandas de cada región. Las regiones de Tarapacá, Coquimbo, Araucanía y Los Lagos presentan las mayores diferencias relativas entre ambas asignaciones (entre 20 % y 30% más que en IRGEI). Por otra parte, las regiones que disminuyen sus emisiones por metodología GPC respecto del IRGEI, fueron la Región de Atacama, Valparaíso, Antofagasta y Biobío (entre 15% y 30%). Los detalles de esta información pueden ser consultados en el **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990-2022**.

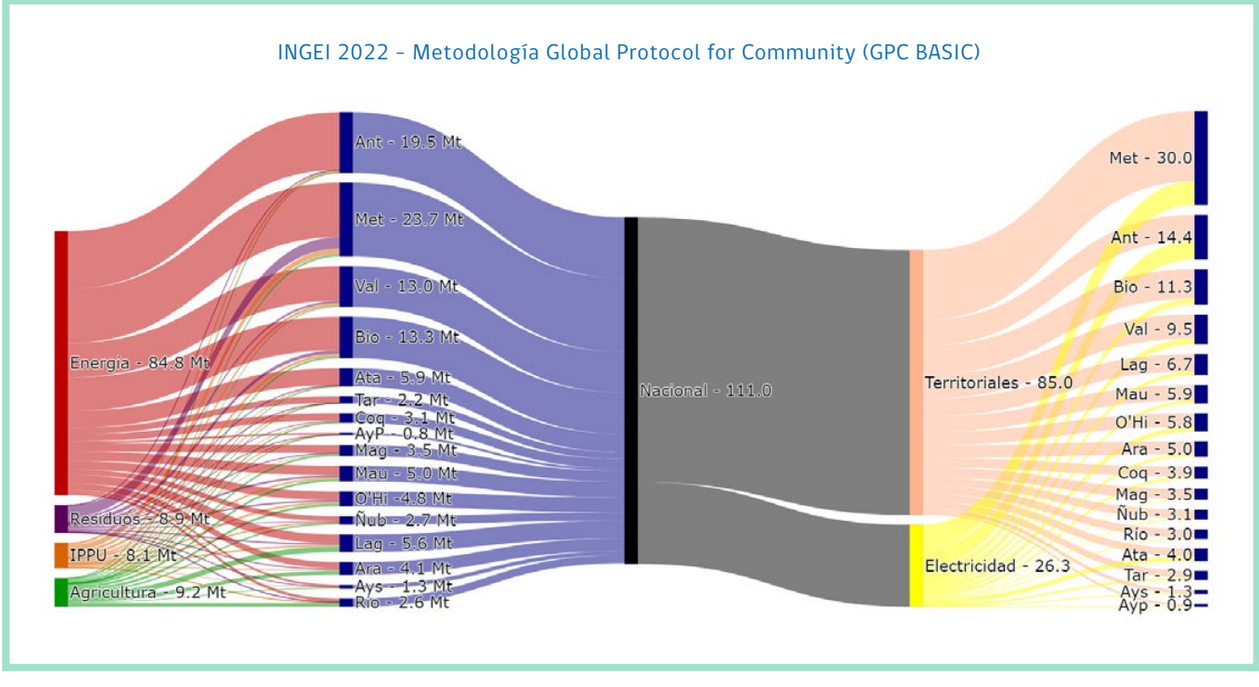


Figura 33. Diagrama de flujo de emisiones de GEI regionales por metodología GPC.

Los nombres de las regiones se resumen para efectos de lectura de la imagen.

2.10 INVENTARIO NACIONAL Y REGIONAL DE CARBONO NEGRO

2.10.1 Contexto nacional

La NDC de Chile reconoce la importancia de los forzantes climáticos de vida corta (SLCF, por su sigla en inglés), en particular la del carbono negro (CN). Debido a esto Chile compromete una meta de reducción de las emisiones de CN de al menos un 25 % a 2030 respecto de los niveles de 2016. Por otro lado y en línea con este compromiso, Chile, en su Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP 2021) compromete ciertas acciones para fortalecer la gestión del CN y generar sinergias entre las políticas de cambio climático y calidad del aire. Los compromisos de la ECLP establecen lo siguiente:

- Sistema de información y reporte de CN nacional y regional.
- Sistema de proyección de emisiones de CN.
- Generación de conocimiento.
- Mediciones de CN dentro de la red de monitoreo de calidad del aire.

En particular, el SNI Chile da cumplimiento al primer compromiso con la elaboración y presentación de inventarios nacionales y regionales de CN, en línea, vale decir mismos niveles de actividad, con las estimaciones del INGEI e IRGEI de Chile.

2.10.2 Definición

El carbono negro, hollín o carbono elemental es un aerosol primario, lo que quiere decir que es emitido directamente por una fuente, debido a la quema incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa. La permanencia en la atmósfera de este contaminante va desde días a semanas, por lo que es considerado un SLCF.

El carbono negro, a diferencia de otros aerosoles, solo produce forzamiento radiativo positivo en la atmósfera debido a su gran potencial para absorber luz y luego emitirla en forma de calor. Esta característica se traduce en un calentamiento del planeta, producto también de los efectos que esta especie tiene sobre las superficies en las que se deposita: es capaz de cambiar el albedo del hielo o nieve, o alterar la formación de las nubes al actuar como núcleo de condensación y afectar el tamaño de la gota. Además, el CN es parte del material particulado completamente respirable ($MP_{2,5}$, partículas con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 µm), por lo que la exposición a este contaminante trae problemas a la salud. Normalmente las emisiones de este SLCF se estiman en base a la fracción de este dentro del $MP_{2,5}$, en donde las principales fuentes son la quema de biomasa y el uso de diésel en motores de encendido por compresión.

Foto: Arturo Espinosa C.

2.10.3 Tendencia de las emisiones de carbono negro

El quinto inventario de CN (INCN) da evidencia de las principales fuentes de este contaminante a lo largo de Chile y sus regiones, a través de una metodología capaz de mostrar avances en materia de mitigación de emisiones en línea con el INGEI. El INCN comprende la serie 1990 - 2022 y comparte la estructura de las categorías definidas por el INGEI de Chile. En 2022, las emisiones totales de CN alcanzaron las 24,9 kt, lo que representó un aumento del 64% desde 1990 y un aumento de 5,9% respecto de 2020 (Tabla 11).

Tabla 11. INCN de Chile: emisiones de CN (kt) por sector, serie 1990-2022.

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1. Energía	13,0	15,4	16,3	16,9	17,7	19,8	19,9	20,0	20,9
2. IPPU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Agricultura	1,1	0,8	0,7	0,6	0,4	0,4	0,8	0,8	0,7
4. UTCUTS	0,9	0,7	0,4	1,0	0,9	3,9	2,4	0,7	2,8
5. Residuos	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Emisiones	**15,2**	**17,1**	**17,7**	**18,8**	**19,3**	**24,4**	**23,5**	**22,0**	**24,9**

Los valores 0,0 son valores inferiores a 0,05 kt, pero distintos de 0.

Respecto de la tendencia de las emisiones, se da cuenta que la serie está dominada en casi todo el periodo por las emisiones producto de la quema de combustibles fósiles y biocombustibles, las que se contabilizan bajo el sector Energía (Figura 34). Sin embargo, en algunos años (1998, 1999, 2002, 2014, 2015, 2017), las emisiones producto de incendios forestales, emisiones contabilizadas en el sector UTCUTS, cambian la tendencia de la serie pasando a ser parte importante de las emisiones de CN a nivel nacional. Esto último queda claramente reflejado en el año 2017, en donde las emisiones totales del país llegaron a los 35 kt de CN.

Observando la serie, se puede ver una estabilización de las emisiones de CN para los últimos años (2015 en adelante), en donde las emisiones solo se ven alteradas por los incendios forestales, salvo en 2022, en donde se ve un aumento por consumos de biomasa en el sector industrial. Las emisiones de CN del sector Energía son ampliamente dominadas por las categorías 1.A.4., el que representa un 55% de las emisiones en 2022. Por otro lado, la categoría 1.A.2. fue el segundo mayor contribuidor con 35% de las emisiones (Figura 35). Estos sectores consideran las emisiones producto de la quema de biomasa residencial (o leña) y el uso de combustibles en actividades industriales, incluyendo las maquinarias fuera de ruta.

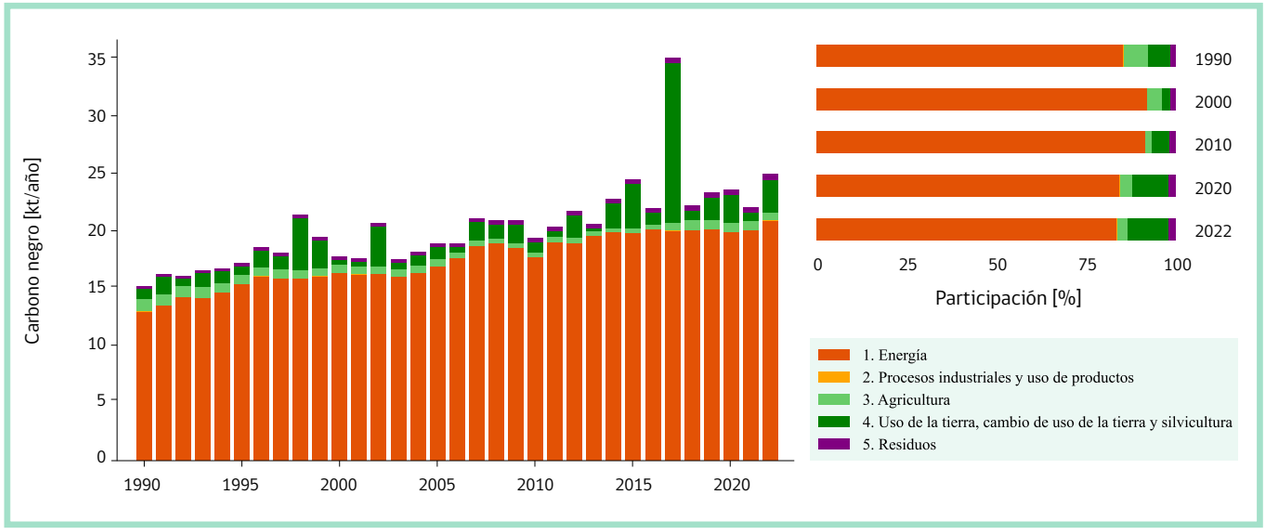


Figura 34. INCN de Chile: emisiones de CN, serie 1990-2022.

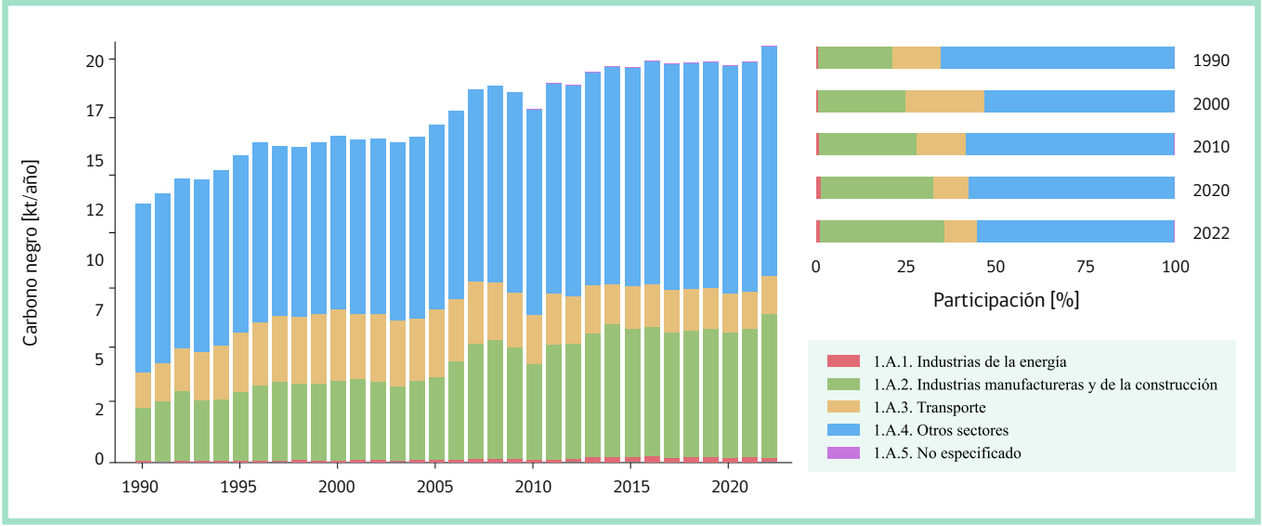


Figura 35. Sector Energía (1.): emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2022.

Considerando que los principales emisores de CN son las categorías y actividades antes mencionadas, la distribución de las emisiones en las diferentes regiones estará directamente relacionada con la ocurrencia de estas mismas a lo largo del país. Según esto, las emisiones de CN se centran en las regiones del centro y centro sur del país, desde la región Metropolitana hasta la región de Los Lagos (Figura 36). Todos estos resultados son presentados de manera detalla en el **Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile, serie 1990–2022.**

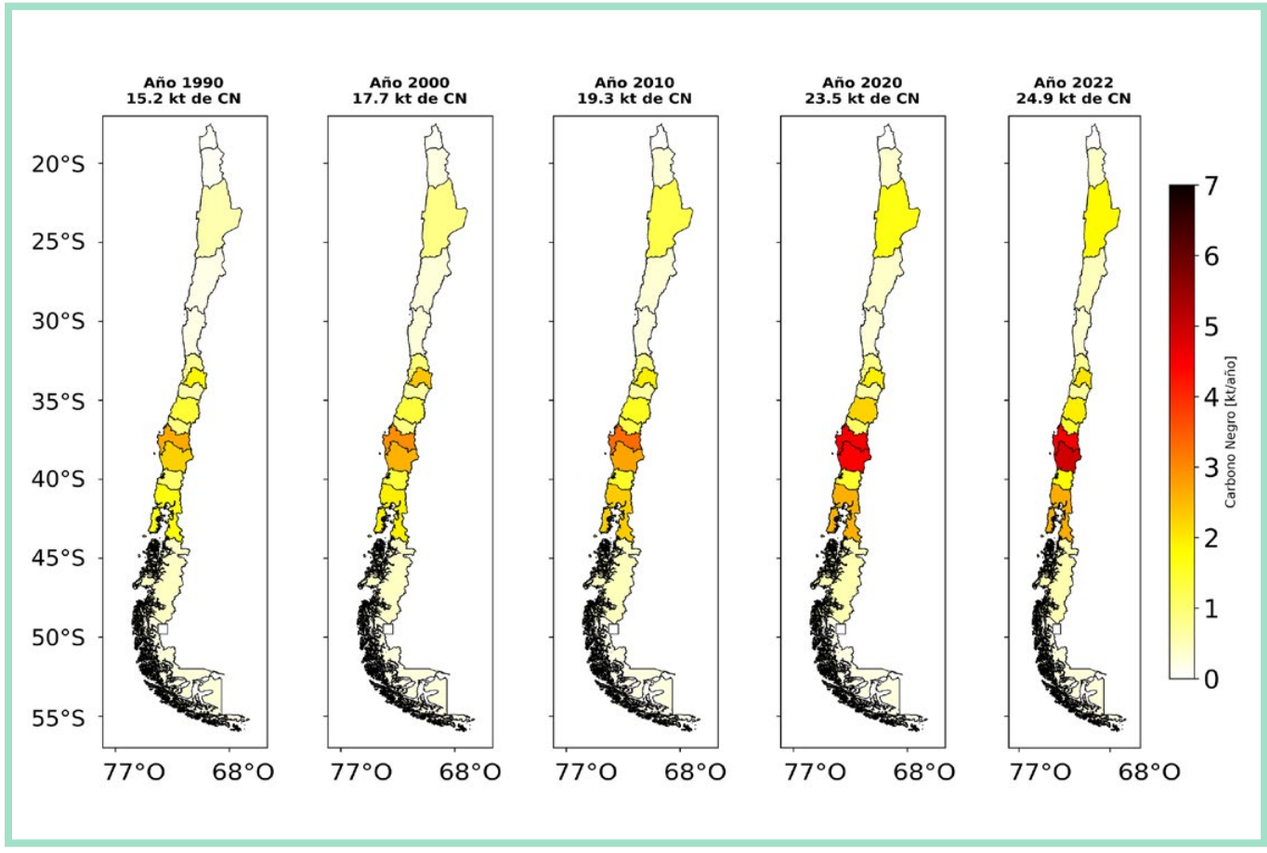


Figura 36. Emisiones anuales de CN por región política de Chile para los años 1990, 2000, 2010, 2020 y 2022.

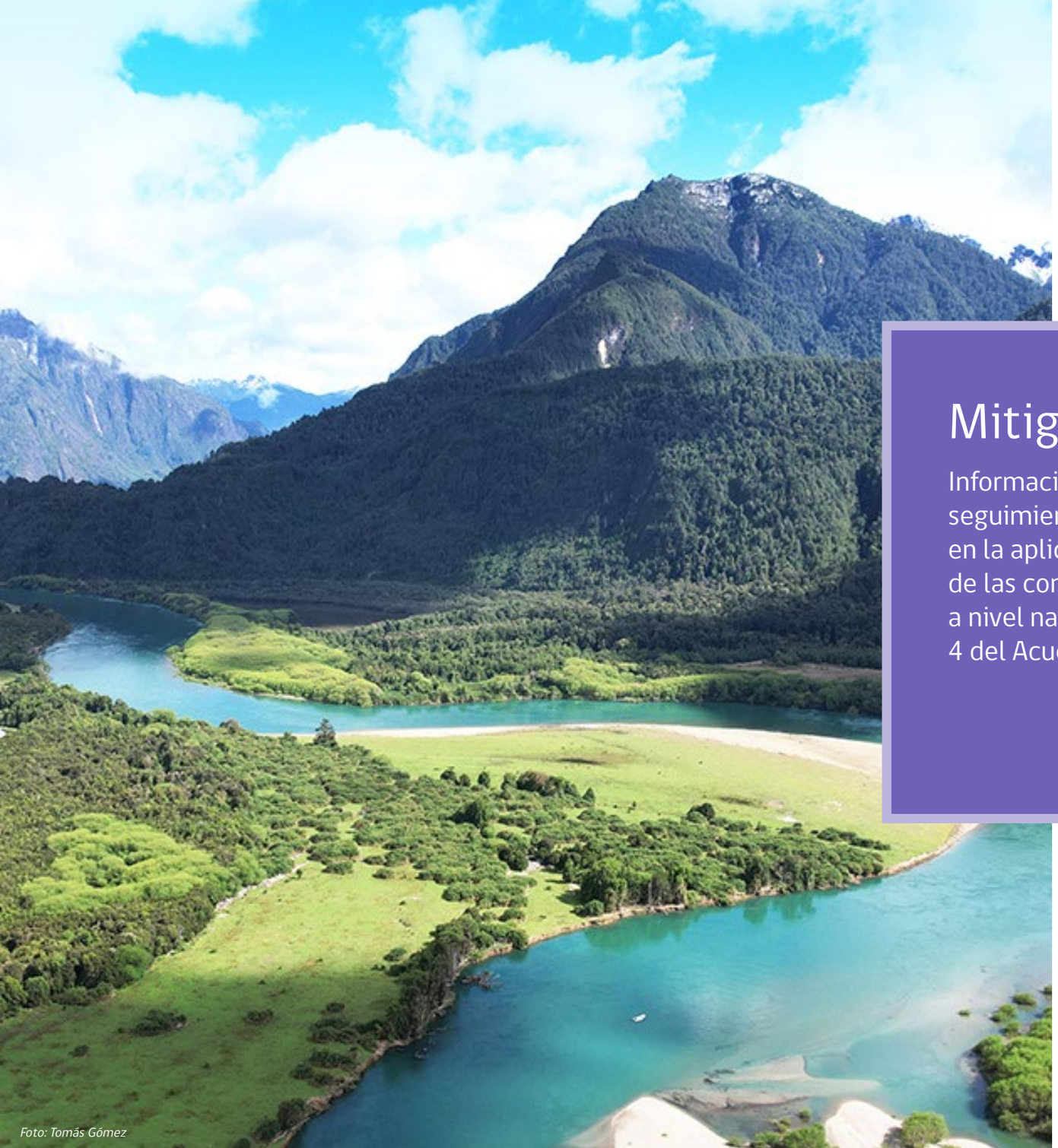


Foto: Tomás Gómez

Mitigación

Información necesaria para hacer un seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París

3

Foto: Tomás Gómez

COLABORADORES

Coordinadoras del capítulo

Camila Labarca (Ministerio del Medio Ambiente) y Ana Almonacid B. (FAO)

Equipo de trabajo responsable de la elaboración de contenidos

Sofía Ahumada (FAO), Ana Almonacid B. (FAO), Bruno Campos (FAO), Gonzalo Contreras (FAO), Ilenia Donoso (FAO), Karen Farías (FAO), Ana Guerrero (FAO), Kevin Basoa (MMA), Paula Carrasco C. (MMA), Arturo Espinosa (MMA), Cristina Figueroa (MMA)

Contrapartes colaboradoras en la preparación de contenidos

Claudia García, Macarena Moncada, Paulo Villegas (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones); Juan Pedro Searle, Ignacio Soto, María José García, Karla Chace, Hernán Sepúlveda (Ministerio de Energía); Bárbara Salinas, Francisco Dall'Orso y Pablo Díaz (Ministerio de Minería); Guido Martínez, Alejandro Valdés, Juan Pablo Compas (Ministerio de Salud); Evelyne Medel, Maximiliano Bolados, Andrea Osses, Pamela García (Ministerio de Obras Públicas); Katherine Urcelay, Consuelo Morales, Giselle Oyarce, Macarena Ortiz (Ministerio de Vivienda y Urbanismo); Javiera Herrera, Jaime Giacomozzi, Gabriela Soto, Yasna Rojas, Georgina Trujillo, Héctor Belmar, Nuvia Briceño (Ministerio de Agricultura); Estefanía Díaz, Norma Plaza, Álvaro Ríos (Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular, Ministerio del Medio Ambiente); María Dolores González (Unidad de Ozono de la División de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente); Claudio Aguilera, Emmanuel Mesías, Eunice Armida, Cristian Tolvett (División Calidad del Aire, Ministerio del Medio Ambiente); Carolina Aguayo (Corporación de Fomento de la Producción); Carlos Orellana, Ignacio Torrealba, Rodrigo Contreras (Ministerio de Desarrollo Social y Familia); Felipe Cabello, María Francisca Poblete (Ministerio de Bienes Nacionales); Viviana Ambler, Laura Silva, Gerardo Bobadilla (Ministerio de Defensa); Sebastián Flores, Romina Altamirano, Marcelo Méndez, Valeria Fuentes (Junta Aeronáutica Civil, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones); Angélica Romero, Gonzalo Yévenes, Karen Vásquez (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales de Chile); María Paz Gutiérrez, Jaime Tramon (Ministerio de Hacienda); Daniela Peña, Juan Pablo Rodriguez; Dusanka Inostroza, Claudia Pastore (Superintendencia del Medio Ambiente); Francisco Catalán (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático); Jordan Harris (Banco Interamericano de Desarrollo-Ministerio del Medio Ambiente); Raúl Vergara, Miguel Santos, José Luis Reyes, Sebastián Rivera, Bárbara von Igel (División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, Ministerio del Medio Ambiente); Rodrigo Barrera, Gabriela López (Agencia de Sostenibilidad Energética), Rodrigo Arias (Asociación Chilena de Municipalidades), Fernanda Tapia (Asociación de Municipalidades Provincia de Llanquihue), Jorge Ibañez, Paola Arriola (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo); Javiera Lecourt, José Miguel Valdés (División de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente); Rocío Besoain, Paula León, Dafna Bitrán (Tepual Conservación); Cristian González (Gobierno Regional de Arica y Parinacota); Rodrigo Illanes , Nidia Cepeda (Gobierno Regional de Atacama); Francisco Guzmán (Gobierno Regional de Coquimbo); Alexa González (Gobierno Regional de Valparaíso); Valeria López , Natalia Garay (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago); Claudia Soto , Johana Cancino (Gobierno Regional de O'Higgins); Claudia Cárdenas (Gobierno Regional del Biobío); Ana Jara y Vicente Rodríguez (Gobierno Regional de Los Ríos); Karen Montecinos (Gobierno Regional de Los Lagos); Edgardo Casanova (Gobierno Regional de Magallanes).

1IBT 5CN

Mitigación
Información necesaria para hacer un seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París

ÍNDICE

3.1 CIRCUNSTANCIAS NACIONALES Y ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA MITIGACIÓN 163

3.1.1 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO 164
3.1.2 ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO Y PRESUPUESTOS SECTORIALES DE EMISIONES 166
3.1.3 PLANES SECTORIALES DE MITIGACIÓN 164

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL DE UNA PARTE EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS, INCLUIDAS LAS ACTUALIZACIONES 169

3.2.1 NDC VIGENTE 169
3.2.2 CONSIDERACIONES DE LA REVISIÓN Y FORTALECIMIENTO DE LA CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL 171
3.2.3 SEGUIMIENTO DE LAS METAS DE LA NDC EN MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO 172
3.2.3.1 Descripción de la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París (párrafo 64, MPD) 172
3.2.4 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ACTUAL NDC 175
3.2.5 PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE LA NDC 175

3.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA HACER UN SEGUIMIENTO DE LOS PROGRESOS ALCANZADOS EN LA APLICACIÓN Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS 176

3.3.1 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO 176
3.3.2 REVISIÓN DE LA META 1 DE LA ACTUAL NDC DE CHILE 182
3.3.2.1 Energía 182
3.3.2.2 IPPU 185
3.3.2.3 Agricultura 185
3.3.2.4 Sector Residuos 186

3.4 POLÍTICAS, MEDIDAS, ACCIONES Y PLANES DE MITIGACIÓN, INCLUIDOS AQUELLOS CON BENEFICIOS SECUNDARIOS DE MITIGACIÓN DERIVADOS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y/O PLANES DE DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA, RELACIONADOS CON LA APLICACIÓN Y EL CUMPLIMIENTO DE UNA CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS 187

3.4.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS AUTORIDADES SECTORIALES DE MITIGACIÓN 188

3.4.1.1 Ministerio de Energía 188
3.4.1.2 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones 201
3.4.1.3 Ministerio de Minería 208
3.4.1.4 Ministerio de Salud 217
3.4.1.5 Ministerio de Vivienda y Urbanismo 219
3.4.1.6 Ministerio de Agricultura 223
3.4.1.7 Ministerio de Obras Públicas 223

3.5 RESUMEN DE LAS EMISIONES Y LA ABSORCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 234

3.5.1 ASIGNACIÓN DEL INVENTARIO POR AUTORIDAD SECTORIAL 235

3.5.1.1 Ministerio de Energía 235
3.5.1.2 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones 237
3.5.1.3 Ministerio de Minería 238
3.5.1.4 Ministerio de Salud 239
3.5.1.5 Ministerio de Vivienda y Urbanismo 240
3.5.1.6 Ministerio de Agricultura 241
3.5.1.7 Ministerio de Obras Públicas 242

3.6 PROYECCIONES DE LAS EMISIONES Y LA ABSORCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, SEGÚN CORRESPONDA 243

3.6.1 ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES DE EMISIONES 243
3.6.2 EMISIONES PROYECTADAS 243

3.6.2.1 Escenario sin medidas 243
3.6.2.2 Escenario con medidas 243
3.6.2.3 Medidas consideradas 243

3.6.3 METODOLOGÍA 253

3.6.3.1 Metodología de elaboración de proyecciones 253
3.6.3.2 Cambios metodológicos respecto de la presentación de proyecciones en el 5IBA 253

3.7 OTRA INFORMACIÓN 256

3.7.1 ESFUERZOS EN MITIGACIÓN DE OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS 256

3.7.1.1 Ministerio del Medio Ambiente 256

3.7.1.2 Corporación de Fomento de la Producción 265

3.7.1.3 Ministerio de Desarrollo Social y Familia 266

3.7.1.4 Ministerio de Bienes Nacionales 267

3.7.1.5 Ministerio de Defensa 268

3.7.1.6 Esfuerzos intersectoriales que influyen en las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional 271

3.7.2 ESFUERZOS REGIONALES EN MITIGACIÓN 276

3.7.2.1 Iniciativas regionales adicionales a los PARCC 278

3.7.3 ESFUERZOS LOCALES EN MITIGACIÓN 281

3.7.3.1 Iniciativas nacionales con impacto local 281

3.7.3.2 Iniciativas locales gestionadas desde las municipalidades 285

3.7.3.3 Iniciativas internacionales y redes colaborativas 291

3.7.4 ESFUERZOS PÚBLICO-PRIVADOS EN MITIGACIÓN 293

3.7.4.1 Acciones público-privados 293

3.7.4.2 Otras iniciativas de mitigación en el sector privado 298

3.7.5 APLICACIÓN DE PRECIO AL CARBONO PARA ABORDAR LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES 303

3.7.5.1 Impuesto Verde y Sistema de Compensaciones 303

3.7.5.2 Normas de emisión 304

3.7.5.3 Mecanismos de mercado de carbono de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 304

3.7.5.4 Partnership for Market Implementation 306

3.7.5.5 Modernización Tributaria 306

3.7.5.6 Instrumentos asociados al Precio Social del Carbono 307

3.7.6 MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN (MRV) RELACIONADOS A LA MITIGACIÓN 308

3.7.6.1 Definiciones introductorias sobre sistemas MRV de mitigación 308

3.7.6.2 Estado de avance de los sistemas de MRV en mitigación actualmente en operación 309

3.7.6.3 Sistema de MRV de medidas de mitigación de los PSM 312

3.7.6.4 Iniciativa IFCMA y el caso piloto de Chile 314

3.8 FLEXIBILIDAD 315

BIBLIOGRAFÍA 316

Foto: Nicolás Smith D.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Asignación de emisiones sectoriales, esfuerzos de mitigación y presupuesto sectorial por autoridad sectorial para el periodo 2020-2030 167
Tabla 2. Estado de los PSM, autoridades responsable y resolución de inicio 168
Tabla 3. Actualización de la meta de Mitigación de GEI y metodología 169
Tabla 4. Contribución en materia de carbono negro 170
Tabla 5. Descripción de las metas relacionadas a los compromisos de mitigación de la NDC 174
Tabla 6. Detalle de los indicadores de seguimiento de la NDC en relación con el art. 4 del Acuerdo de París 176
Tabla 7. Progreso de los indicadores de seguimiento de la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París 179
Tabla 8. Diferencial porcentual de emisiones de las categorías del sector energía entre el INGEI IBT1 y el INGEI IBA3 183
Tabla 9. Diferencial porcentual de emisiones de los sectores entre el INGEI IBT1 y el INGEI IBA 186
Tabla 10. Metas de corto, mediano y largo plazo comprometidas por el Ministerio de Energía en la ECLP 199
Tabla 11. Medios de implementación reportados por el Ministerio de Energía 200
Tabla 12. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Energía 201
Tabla 13. Medios de implementación reportados por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones 203
Tabla 14. Progreso anual de ciclovías y sendas multipropósito 205
Tabla 15. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones 208
Tabla 16. Medios de implementación reportadas por el Ministerio de Minería 212
Tabla 17. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Minería 216
Tabla 18. Medidas de mitigación presentes en Plan Sectorial de Mitigación MINSAL 218
Tabla 19. Medio de implementación reportado por el Ministerio de Salud 219
Tabla 20. Medios de implementación reportadas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo 220
Tabla 21. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo 223
Tabla 22. Acciones desarrolladas bajo programas y proyectos de CONAF, desde 2017 227
Tabla 23. Medios de implementación del Ministerio de Agricultura 231
Tabla 24. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Agricultura 233
Tabla 25. INGEI de Chile: Emisiones y absorciones de GEI (kt CO_2eq) por sector, serie 1990 -2022 234
Tabla 26. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Energía en la ECLP 235
Tabla 27. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Transportes en la ECLP 237
Tabla 28. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Minería en la ECLP 238
Tabla 29. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Salud en la ECLP 239
Tabla 30. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Vivienda y Urbanismo en la ECLP 240
Tabla 31. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Agricultura en la ECLP 241
Tabla 32. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Obras Públicas en la ECLP 242

1IBT 5CN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 33. Proyección de emisiones ($MtCO_2eq$) por sector, escenario sin medidas 244
Tabla 34. Proyección de emisiones ($MtCO_2eq$) por sector, escenario con medidas 245
Tabla 35. Proyección de emisiones ($MtCO_2$) por sector, escenario con medidas 246
Tabla 36. Proyección de emisiones (kt CH_4) por sector, escenario con medidas 246
Tabla 37. Proyección de emisiones (kt N_2O) por sector, escenario con medidas 247
Tabla 38. Proyección de emisiones (kt CO_2eq) de HFCs, PFCs y SF_6 del sector IPPU, escenario con medidas 247
Tabla 39. Proyección de emisiones ($MtCO_2eq$) por gas, escenario con medidas 247
Tabla 40. Medidas de mitigación evaluadas en cada escenario y sus detalles 249
Tabla 41. Principales drivers de modelación por sectores 254
Tabla 42. Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes domiciliarios 258
Tabla 43. Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes no domiciliarios 258
Tabla 44. Proyectos del Fondo para el Reciclaje adjudicados por año 259
Tabla 45. Medida de mitigación reportada por Oficina de Implementación Legislativa y Economía circular 262
Tabla 46. Medida de mitigación reportada por la División de Calidad del Aire 263
Tabla 47. Medidas de mitigación reportadas por la Unidad de Ozono de la División de Cambio Climático 264
Tabla 48. Capacidad instalada y reducción de emisiones de GEI de proyectos de sistemas fotovoltaicos en unidades del ejército 269
Tabla 49. Medidas de mitigación consideradas en los PARCC (actualizado a agosto 2024) 277
Tabla 50. Proyectos e iniciativas de mitigación a nivel regional (actualizado a agosto 2024) 279
Tabla 51. Sellos de reconocimientos entregados por el Programa HuellaChile a municipios por su gestión a nivel organizacional, de eventos y comunal 281
Tabla 52. Otras iniciativas de mitigación gestionadas por la Agencia de Sostenibilidad Energética 283
Tabla 53. Asociaciones de municipalidades con actividades relacionadas con mitigación de cambio climático 284
Tabla 54. Acciones locales registradas en plataforma NAZCA para Chile (actualizado a abril 2024) 286
Tabla 55.Tipología de obras PMB pertinentes como medios de implementación 290
Tabla 56. Resumen de medios de implementación financiados a través del PNRS 291
Tabla 57. Iniciativas y redes internacionales con participación de municipios chilenos 292
Tabla 58. Compromisos de mitigación reportados por organizaciones chilenas en NAZCA 300
Tabla 59. Detalle de iniciativas de acción climática implementadas por el sector privado 301
Tabla 60. Emisiones por contaminantes en toneladas de los establecimientos bajo el impuesto, serie 2017-2023 304
Tabla 61. Tipología de proyectos que solicitan transición del MDL a Mecanismos de Acreditación del Acuerdo de París 306
Tabla 62. Precio Social del Carbono 2024 (CLP/tCO_2eq) 308
Tabla 63. Estado de avance de sistemas e iniciativas MRV de mitigación 310
Tabla 64. Principio de flexibilidad aplicado en disposiciones específicas de las MPD 315

Foto: Nicolás Smith D.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emisiones de metano para los principales sectores emisores. El panel izquierdo muestra la distribución de las emisiones para el inventario presentado en el 5IBA mientras que el panel a la derecha muestra las emisiones para el inventario del 1IBT 172

Figura 2. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Energía 183

Figura 3. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Industria de la Energía 183

Figura 4. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Industrias Manufacturera 1.A.2 (Superior izquierda), Transportes 1.A.3 (Superior derecha), Otros Sectores 1.A.4 (Inferior izquierda) y Emisiones Fugitivas 1.B (Inferior derecha) 184

Figura 5. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector IPPU 185

Figura 6. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Agricultura 185

Figura 7. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Residuos 186

Figura 8. Consumo final de energía nacional, en unidades de Tcal, por fuente energética secundaria, serie 2010-2022 189

Figura 9. Consumo final de energía, en unidades de Tcal, por sectores, serie 2010-2022 189

Figura 10. Capacidad instalada de Chile a diciembre de 2023, en unidades de MW (considera los sistemas eléctricos SEN, Aysén y Magallanes) 190

Figura 11. Nuevas instalaciones en operación 2018-2023 190

Figura 12. Evolución de matriz de generación eléctrica en unidades de GWh de Chile entre los años 1996 -2022 191

Figura 13. Evolución de la capacidad en kW de instalaciones de Sistemas Fotovoltaicos Distribuidos (Net Billing) 192

Figura 14. Evolución de cantidad de instalaciones de Sistemas Fotovoltaicos Distribuidos (Net Billing) 192

Figura 15. Sistemas de autogeneración declarados por región a diciembre 2023 192

Figura 16. Visión de futuro para la energía 193

Figura 17. Consumos totales de energía de la minería del cobre versus producción de cobre fino 209

Figura 18. Participación del consumo sectorial de energía en el consumo nacional, 2006-2021 209

Figura 19. Consumo de electricidad y combustibles por procesos en la minería del cobre, 2022 210

Figura 20. INGEI de Chile: balance de GEI por sector, serie 1990-2022 234

Figura 21. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Energía 236

Figura 22. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones 237

Figura 23. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Minería 238

Figura 24. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Salud 239

Figura 25. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Vivienda y Urbanismo 240

Figura 26. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Agricultura 241

Figura 27. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Obras Públicas 242

1IBT 5CN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 28. Participación sectorial en las emisiones totales 2010-2050, escenario con medidas 245
Figura 29. Participación de cada gas en las emisiones totales equivalentes 2020-2050, escenario con medidas 248
Figura 30. Comparación de escenarios. escenario sin medidas (izquierda) y escenario con medidas (derecha) 248
Figura 31. Esquema de ejecución de construcción de escenarios PELP 254
Figura 32. Programas adjudicados el 2023 y 2024 266
Figura 33. Canasta de medidas para la descarbonización de la aviación 272
Figura 34. Camino hacia cero emisiones netas, escenario desde una perspectiva tecnológica ambiciosa y agresiva 273
Figura 35. Organizaciones participantes de las sesiones 275
Figura 36. Hoja de Ruta SAF 2050 276
Figura 37. Esquema de reconocimiento comunal para programa HuellaChile 282
Figura 38. Sistemas de reconocimiento MRV HuellaChile 295
Figura 39. Esquema de reconocimiento Organizacional 295
Figura 40. Participación de los distintos sectores en el programa HuellaChile 296
Figura 41. Sellos de reconocimiento entregados por el programa HuellaChile, 2016-2023 296
Figura 42. MRV Emisiones HuellaChile 297
Figura 43. MRV Reducciones HuellaChile 297
Figura 44. Participación de distintos sectores en Plataforma de Acción Climática Global (NAZCA), distribuidos por rubro (actualizado a junio 2024) 299
Figura 45. Participación de organizaciones nacionales en distintas iniciativas de acción climática (actualizado a junio 2024) 299
Figura 46. Tipo de participación de organizaciones nacionales en la plataforma NAZCA (actualizado a junio 2024) 300

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

1IBT: Primer Informe Bienal de Transparencia
2IBT: Segundo Informe Bienal de Transparencia
5IBA: Quinto Informe Bienal de Actualización
ACHM: Asociación Chilena de Municipalidades
APL: Acuerdos de Producción Limpia
APR: Agua Potable Rural
ASE: Agencia de Sostenibilidad Energética
ASCC: Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
CAPE: Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN: Carbono negro
COCHILCO: Comisión Chilena del Cobre
CODELCO: Corporación Nacional del Cobre de Chile
CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
CONAF: Corporación Nacional Forestal
CORE: Consejo Regional
CORECC: Comités Regionales de Cambio Climático
CORFO: Corporación de Fomento de la Producción
CTF: Formularios comunes tabulares (Common Tabular Formats)
DCC: División de Cambio Climático
ECLP: Estrategia Climática a Largo Plazo
EEL: Estrategia Energética Local
EFE: Empresa de los Ferrocarriles del Estado
ENAMI: Empresa Nacional de Minería
ENMS: Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible
ERNC: Energías Renovables No Convencionales
ETICC: Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático
FIC/FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad Regional
FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FPA: Fondo de Protección Ambiental
FRIL: Fondo Regional de Iniciativa Local
GCOM: Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía
GEI: Gases de Efecto Invernadero
GORE: Gobierno Regional
H2V: Hidrógeno verde
HFC: Hidrofluorocarbonos
ICLEI: Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
IGCC: Instrumentos de Gestión del Cambio Climático
INFOR: Instituto Nacional Forestal
INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPPU: Procesos industriales y uso de productos, por sus siglas en inglés
LMCC: Ley Marco de Cambio Climático
MBN: Ministerio de Bienes Nacionales
MDSF: Ministerio de Desarrollo Social y Familia
MEPS: Estándares Mínimos de Eficiencia Energética
MINAGRI: Ministerio de Agricultura
MINSAL: Ministerio de Salud
MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MIPYME: Micro, Pequeña y Mediana Empresa
MMA: Ministerio del Medio Ambiente
MOP: Ministerio de Obras Públicas
MPD: Modalidades, Procedimiento y Directrices
MRT: Marco Reforzado de Transparencia
MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación
MTT: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
NAMA: Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación
NAZCA: Portal para la Acción Climática Mundial
NDC: Contribución Determinada a Nivel Nacional
OACI: Organización de Aviación Civil Internacional
ODEPA: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMI: Organización Marítima Internacional
PACCC: Plan de Acción Comunal de Cambio Climático
PARCC: Plan de Acción Regional de Cambio Climático
PCA: Potencial de Calentamiento Atmosférico
PCG: Potencial de Calentamiento Global
PELP: Planificación Energética de Largo Plazo
PNM2050: Plan Nacional de Minería 2050
PPDA: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica
PSM: Plan Sectorial de Mitigación
PSMA: Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación
RANCC: Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático
RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
RM: Región Metropolitana
SCAM: Sistema de Certificación Ambiental Municipal
SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería
SMA: Superintendencia del Medio Ambiente
SNAICC: Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático
SNCAE: Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales
SNICHILE: Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
SNP: Sistema Nacional de Prospectiva
SONAMI: Sociedad Nacional de Minería
SUBDERE: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
UE: Unión Europea
UTCUTS: Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura
WWF: Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund)

3.1 CIRCUNSTANCIAS NACIONALES Y ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA MITIGACIÓN

Chile ha enfrentado la mitigación de GEI aumentando su ambición y compromiso, siendo un referente en transparencia, basado en la mejora continua y en la creación de capacidades nacionales internalizadas en el aparato estatal. Esto se ve reflejado en el cumplimiento oportuno y adecuado en la entrega de sus reportes.

Los avances del país en mitigación han estado impulsados, inicialmente, por el cumplimiento de sus compromisos internacionales y por la voluntad política y el reconocimiento generalizado de que el cambio climático constituye uno de los principales desafíos del presente siglo para el planeta, así como para el desarrollo de Chile. El aumento de ambición y compromiso del país se ha evidenciado con la firma del Acuerdo de París. Para concretar dichos impulsos, el país presentó en 2015 su Contribución Nacional Tentativa (INDC), luego en 2020 con la actualización de su NDC, Chile profundizó sus compromisos y visión en dos grandes instrumentos: la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)[1] y la Ley 21.455 – Ley Marco de Cambio Climático (LMCC)[2]. Estos instrumentos, entregan una visión de largo plazo sectorial, y les dan un carácter obligatorio a los compromisos de las NDC, reconociendo además roles a nivel nacional y subnacional. Otra acción que demuestra el compromiso del país es que asumió la presidencia de la COP25, impulsando la acción climática en diversos sectores del país tanto públicos como privados.

En esta misma línea, dada la necesidad de aumentar la ambición de los compromisos de la NDC, el llamado de la ciencia y los avances en el país en materia de cambio climático y de transición socio ecológica justa, es que se materializó el *Fortalecimiento dela NDC* en 2022, respondiendo al llamado realizado en la COP26 a través del Pacto de Glasgow a presentar NDC reforzadas y con mayor nivel de ambición. Este fortalecimiento siembra el camino para la actualización de la NDC en 2025.

Respecto de la LMCC, esta define las estructuras e instrumentos para alcanzar las distintas metas planteadas a nivel nacional e internacional, siendo un punto de no retorno respecto de las ambiciones, impulsando el avance de la acción climática. La LMCC tiene como objetivo la neutralidad de emisiones a más tardar a 2050 y hace vinculantes los compromisos de la NDC. Además, entrega nuevos roles, atribuciones y responsabilidades a autoridades sectoriales, lo que es clave para cumplir con estas metas.

La misma LMCC establece que, a través de la ECLP, se asignan presupuestos de emisiones sectoriales y se definen objetivos y metas sectoriales a mediano y largo plazo. Para cumplir con estos las autoridades sectoriales deberán elaborar Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) que consideren medidas de mitigación a nivel nacional, regional y comunal, como se señala en el artículo 8 de la LMCC. Las regiones y comunas del país también deberán elaborar planes de acción para lograr la exitosa implementación de medidas de mitigación a través de los Planes de Acción Regional del Cambio Climático (PARCC) y los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC), respectivamente, considerando además una transición socioecológica justa[3]. En este ámbito debe cumplirse el principio de Territorialidad definido en el artículo 2 de la LMCC, el cual señala que "las políticas, planes y programas del nivel nacional deberán tener presente la diversidad propia de cada territorio a nivel comunal, regional y macrorregional, mientras que los instrumentos de carácter local o regional deberán ajustarse y ser coherentes con los instrumentos de carácter nacional".

Foto: Nicolás Smith D.

[1] Gobierno de Chile (2021)
[2] Ministerio del Medio Ambiente (2022c)

[3] Transición socioecológica justa es el proceso que, a través del diálogo social y el empoderamiento colectivo, busca la transformación de la sociedad en una resiliente y equitativa, que pueda hacer frente a la crisis social, ecológica y climática (Ministerio del Medio Ambiente, 2022b).

3.1.1 Ley Marco de Cambio Climático

La LMCC crea y fortalece el marco jurídico para que el país pueda enfrentar el cambio climático en materia de mitigación y adaptación con una mirada de largo plazo y así dar cumplimiento a sus compromisos internacionales asumidos en el Acuerdo de París, que persigue limitar el aumento de la temperatura global del planeta. Para la temática de mitigación se establece una meta nacional que propone alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI a más tardar en 2050 (artículo 4 de la LMCC). Para ello, formaliza la institucionalidad existente y consagra responsabilidades y obligaciones a 10 ministerios o autoridades sectoriales que deben elaborar planes sectoriales[4], a las 16 regiones y 346 comunas del país que deben elaborar sus PARCC y PACCC, respectivamente, así como un número importante de instrumentos de gestión y mecanismos de financiamiento adecuados.

La LMCC mandata la elaboración de diversos reglamentos, entre los que de momento se encuentra en vigencia el Decreto Supremo N°16 que aprueba el reglamento que establece procedimientos asociados a los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático publicado el 21 de diciembre de 2023[5]. Los demás reglamentos se encuentran en etapas avanzadas de elaboración y aprobación.

Para cumplir con los objetivos planteados en la ley, se crea y reconoce de manera vinculante una serie de instrumentos de distinto alcance y temporalidad. Estos instrumentos son de planificación e implementación y contemplan la participación y coordinación sectorial y territorial. Un esquema de la relación entre instrumentos se observa en la *Figura 38 del Capítulo 1.*

A continuación[6], se describen los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC) más relevantes para los temas de mitigación:

- **La Estrategia Climática de Largo Plazo** (art. 5) es un instrumento que define los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años. Contiene las metas intermedias y finales que permitirán alcanzar el objetivo principal de carbono neutralidad a 2050, es decir, define el cómo de los objetivos establecidos en la NDC. Esto incluye, por ejemplo, los presupuestos sectoriales[7] de emisiones de GEI y lineamientos sobre el MRV de los instrumentos de gestión climática y sobre el vínculo entre ellos. También define los siguientes medios de implementación, incluyendo al menos: Desarrollo y Transferencia de Tecnología; Creación y fortalecimiento de capacidades; y Lineamientos financieros (art. 6). La ECLP se debe actualizar en su totalidad cada 10 años y de forma abreviada cada 5 años, para incorporar las nuevas NDC. El estado actual de la ECLP se señala en la sección 3.1.2 de este documento.

- La **NDC** (art. 7) es el instrumento que contiene los compromisos de Chile ante la comunidad internacional para la mitigación y adaptación, de conformidad con lo dispuesto por el Acuerdo de París y la Convención. El estado actual de la NDC se señala en la sección 3.2.1.

- Los **Planes Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático** (art.8) que establecerán el conjunto de acciones y medidas de mitigación, en línea con los presupuestos sectoriales de emisiones asignados a cada autoridad sectorial en la ECLP. Los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) deberán ser elaborados por los Ministerios de: Energía; Transportes y Telecomunicaciones; Minería; Salud; Agricultura; Obras Públicas; y Vivienda y Urbanismo. Los planes serán revisados y actualizados, cuando corresponda, al menos cada cinco años. Los planes podrán ser revisados según la actualización de la NDC y ECLP, según corresponda. El estado actual de los PSM se señala en la sección 3.1.3.

- Los **Planes de Acción Regional de Cambio Climático** (art. 11) los que serán elaborados por los Comités Regionales para el Cambio Climático (CORECC), y tendrán por finalidad definir los objetivos e instrumentos de la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal, los que deberán ajustarse y ser coherentes con las directrices de la ECLP, los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, los planes comunales de mitigación y adaptación, así como los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas, cuando existan. El plazo máximo de elaboración es de 3 años, a partir de la fecha de publicación de la ECLP (3 de noviembre 2021). El estado actual de los PARCC respecto de los avances en mitigación se señala en la sección 3.7.2.

- Los **Planes de Acción Comunal de Cambio Climático** (art. 12) los que serán elaborados por las municipalidades y deben ser consistentes con las directrices generales establecidas en la ECLP y en los PARCC. El plazo máximo de elaboración es de 3 años, a partir de la fecha de promulgación de la LMCC (13 de junio de 2022). El estado actual de los PACCC respecto de los avances en mitigación se señala en la sección 3.7.3.

[4] "Los Planes Sectoriales de Mitigación deberán ser elaborados por las siguientes autoridades sectoriales: Ministerios de Energía, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería, de Salud, de Agricultura, de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo", artículo 8 de la LMCC (Ministerio del Medio Ambiente, 2022c).
Sobre los Planes Sectoriales de Adaptación, estos deben ser elaborados por los Ministerios de: Medio Ambiente; Obras Públicas; Salud; Minería; Energía; Agricultura; Economía, Fomento y Turismo; Vivienda y Urbanismo; Defensa Nacional; Transporte y Telecomunicaciones; artículo 9 de la LMCC (Ministerio del Medio Ambiente, 2022c).

[5] Ministerio del Medio Ambiente (2023)

[6] Todos los artículos referidos en esta sección corresponden a la LMCC (Ministerio del Medio Ambiente, 2022c).

[7] Presupuesto sectorial corresponde al límite de emisiones de CO_2eq que un sector determinado puede emitir durante un periodo determinado y cuya responsabilidad de cumplimiento recae sobre una autoridad sectorial [ver sección 3.1 de la ECLP (Gobierno de Chile, 2021)].

- **Normas de emisión y su sistema de compensación** (art. 14 y art.15): Entrega la facultad al MMA para elaborar Normas de GEI o forzantes climáticos de vida corta que establecerán la cantidad máxima que podrá emitir un establecimiento, fuente emisora o agrupación de estas, en función de un estándar de emisiones de referencia por tecnología, sector o actividad, con el objeto de cumplir los objetivos de la Estrategia Climática de Largo Plazo y la Contribución Determinada a Nivel Nacional. También establece los contenidos mínimos que deberán contener estas normas. Además, establece que cuando la elaboración de una norma de emisión de gases de efecto invernadero sea incluida en un PSM, el MMA contará con un plazo de seis meses, contado desde la publicación del decreto supremo que aprueba el respectivo plan, para iniciar la elaboración de dicha norma. Adicionalmente, en el artículo 15, se faculta al MMA para considerar certificados de reducción para el cumplimiento de las normas de emisión. Los certificados provienen de proyectos en Chile, cuyas reducciones o absorciones sean adicionales, medibles, verificables, permanentes, tengan beneficios ambientales y sociales y cumplan con la NDC. El cumplimiento de las normas de emisión será fiscalizado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). En la actualidad, el reglamento que regulará el funcionamiento del artículo 14 sobre normas de emisión fue aprobado por el Consejo de Ministros de Sustentabilidad y Cambio Climático y se encuentra en Contraloría para su toma de razón. Por otro lado, el reglamento que regula el sistema de compensaciones asociado a las normas de emisión, artículo 15 de la LMCC, se encuentra en desarrollo.

- **Mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París** (art. 15): Entrega la facultad al MMA de elaborar un reglamento que regule las condiciones y requisitos relativos a los certificados de reducción o absorción de emisiones originados en el marco de los mecanismos de cooperación voluntaria establecidos a nivel internacional en el artículo 6° del Acuerdo de París, promoviendo el desarrollo sustentable, integridad ambiental, transparencia y la aplicación de una contabilidad robusta, considerando lo que establezcan las decisiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes del Acuerdo de París, considerando lo dispuesto en el inciso primero del artículo 15 de la LMCC sobre la regulación de certificados de reducción o absorción de emisiones de proyectos en Chile. Este reglamento tuvo una instancia de temprana de participación ciudadana con cerca de 50 actores (del sector público, privado y organizaciones de la sociedad civil) y ha cerrado su proceso formal de participación ciudadana, de modo que encuentra en fases finales. Para más detalles sobre el estado actual de la implementación del artículo 6 del Acuerdo de París en Chile ir a la sección 3.2.3.

- **Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero** (art.28): La LMCC institucionaliza este sistema (SNICHILE) que funciona en Chile desde 2012, cuyo objetivo es la elaboración y actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) y otros forzantes climáticos de vida corta, velar por la coherencia de las emisiones reportadas y asegurar la calidad de su estimación; respondiendo a los compromisos internacionales de reporte ante la Convención. El SNICHILE es uno de los subsistemas del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático (SNAICC), el cual cuenta con un reglamento específico que está siendo revisado. El SNICHILE se presenta en detalle en el *Capítulo 2 del 1IBT.*

- **Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero** (art. 29): Se institucionaliza este sistema, cuyo objetivo es registrar las proyecciones actualizadas de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, a nivel nacional y sectorial, para orientar la definición y facilitar el monitoreo de las reducciones y absorciones de emisiones, de conformidad con las metas establecidas en la ECLP y la NDC. El SNP también es uno de los subsistemas del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático (SNAICC). El estado actual del Sistema Nacional de Prospectiva (SNP) se detalla en el sección 3.6.

- **Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua** (art. 30): Otorga al MMA la potestad para conceder certificados, rótulos o etiquetas a personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, respecto de la cuantificación, gestión y reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, así como la reducción o absorción de dichos gases y forzantes, que sean voluntariamente solicitados y cumplan con los criterios, metodologías y requisitos que establezca un reglamento. Asimismo, podrán otorgarse certificados, rótulos o etiquetas relativas a la cuantificación, gestión y reporte del uso eficiente del agua, así como la reducción de su consumo, que sean voluntariamente solicitados y cumplan con los criterios, metodologías y requisitos que establezca un reglamento. El Programa HuellaChile, que funciona en el país desde 2013, será la base para la creación de este sistema. En la actualidad, el reglamento que regulará el funcionamiento del artículo 30 de la LMCC está en proceso de elaboración y se espera su publicación para el año 2025.

- **Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático** (art. 10). El RANCC tiene por objetivo monitorear e informar avances en el corto plazo de políticas, planes, programas, normas, acciones y medidas, sea que estén contempladas en instrumentos de gestión del cambio climático o hayan sido

propuestas por otros organismos públicos. El RANCC incluirá información sobre adaptación, mitigación, medios de implementación y gestión del cambio climático a nivel regional y local. El reporte debe ser elaborado por el MMA en coordinación con el ETICC, debiendo contar con el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático. Parte del procedimiento implica dar cuenta pública en ambas cámaras del Congreso Nacional, específicamente en la Cámara de Diputados y del Senado. El primer reporte se encuentra en elaboración para ser presentado en el último trimestre de 2024, basándose en los contenidos del IBT con un carácter más ciudadano. El RANCC se actualizará cada dos años, siguiendo la frecuencia de reportes bienales que deben presentarse ante la CMNUCC.

Además, la LMCC otorga responsabilidades a los ministerios sectoriales en relación con realizar seguimiento de las medidas establecidas en los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) y a informar anualmente sobre la implementación de estos, considerando los criterios de MRV del cumplimiento de metas establecidos en la ECLP (art. 5, letra i). Por otro lado, es responsabilidad del MMA, solicitar información respecto de los indicadores de MRV de cumplimiento de las medidas de planes, así como solicitar, registrar y administrar la información sobre la reducción, absorción y almacenamiento de emisiones de GEI generadas por las acciones de mitigación (art. 16). En cuanto a los PSM, la LMCC en su artículo 17 señala que la Contraloría General de la República deberá considerar el cumplimiento de las metas de dichos planes. Lo anterior implica que en caso de incumplimiento por parte de la jefatura o jefe/a superior del órgano o servicio de la Administración del Estado o el atraso en el cumplimiento por un plazo superior a seis meses, se aplicará una sanción o multa que equivale a media remuneración mensual. Para definir si la sanción aplica, la Contraloría General de la República deberá realizar una investigación sumaria o sumario administrativo. El artículo también señala que "en caso de que la autoridad o jefatura superior del órgano o servicio de la Administración del Estado sancionado persistiere en su actitud, se le aplicará el doble de la sanción indicada y la suspensión en el cargo por un lapso de cinco días".

3.1.2 Estrategia Climática de Largo Plazo y Presupuestos sectoriales de emisiones

Con el fin de responder a lo indicado en el artículo 4 del Acuerdo de París, el país presentó su Estrategia Climática de Largo Plazo ante la Convención el 3 de noviembre de 2021, con una visión de Estado para enfrentar el cambio climático a 2050. En particular el país se compromete a alcanzar la carbono neutralidad a más tardar al 2050. Además de esta meta país, la ECLP incluye una serie de metas y objetivos sectoriales resultado de un extenso proceso participativo que a su vez responden a los fundamentos de construcción de: costo-efectividad, soluciones basadas en la naturaleza, pilar social, gobernanza multinivel y multiactor y base en la ciencia. Estas metas y objetivos tienen horizontes de corto, mediano y largo plazo incluyendo metas al 2030, al 2050 e intermedias y, los que deben ser considerados en el diseño de las medidas de los planes sectoriales, regionales y comunales de cambio climático. La actual ECLP mantiene su vigencia y deberá ser actualizada en el año 2030. De todas formas, según lo establece la LMCC, en caso de que la actualización de la NDC de Chile en 2025 conlleve modificaciones respecto del presupuesto nacional y sectorial de emisiones y respecto de los objetivos y metas de mitigación y adaptación a mediano plazo, se realizará un procedimiento abreviado para modificar la Estrategia Climática de Largo Plazo 2025-2026. El detalle de las metas actuales se puede revisar directamente en la ECLP[8].

De modo de cumplir con la meta de neutralidad y el presupuesto nacional comprometido en la NDC, en la ECLP se asignan presupuestos de emisión sectoriales y esfuerzos de mitigación para el periodo 2020-2030, a los siete ministerios más relevantes en materia de mitigación (autoridades sectoriales de mitigación), los que deben cumplir con estos presupuestos por Ley. Estos son: Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Minería, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Obras Públicas y Ministerio de Salud.

La asignación de presupuestos considera los principios de costo-efectividad, asociado a la priorización de acciones de mitigación eficaces que además representen los menores costos económicos, ambientales y sociales; y el principio de equidad que se traduce en que el Estado procure una justa asignación de cargas, costos y beneficios, resguardando la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, territorios, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático. Con estos principios se elaboró una metodología de asignación que consta de **cuatro pasos principales:**

1. Asignación de las categorías de fuente de emisión del INGEI a cada una de las autoridades sectoriales, de acuerdo con su responsabilidad y capacidad de acción.

2. Repartición de las emisiones de cada fuente de emisión del INGEI a cada autoridad, de acuerdo con el escenario de referencia de la actualización de la NDC para el periodo 2020-2030.

3. Estimación de las reducciones de cada autoridad sectorial, considerando medidas de mitigación potenciales y la responsabilidad de cada autoridad sectorial en la

[8] Gobierno de Chile (2021)

implementación de estas, como autoridad responsable o autoridad coadyuvante; y los principios de costo-efectividad y equidad para la priorización de las acciones. El resultado de la suma de las reducciones se denomina Esfuerzo de mitigación indicativo.

4. Cálculo de cada presupuesto sectorial como resultado de sustracción de la asignación de emisiones del escenario de referencia y los esfuerzos de mitigación (Tabla 1).

El seguimiento de los presupuestos sectoriales incluye tanto el seguimiento de las emisiones sectoriales como de los esfuerzos indicativos de mitigación comprometidos en los PSM, mediante el SNICHILE y el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de las medidas de mitigación de los PSM, respectivamente. Estos resultados serán reportados en el RANCC y en los Informes Bienales de Transparencia.

Durante 2024, el Ministerio del Medio Ambiente realizó un levantamiento de indicadores y un primer reporte de seguimiento de la actual ECLP de Chile. Los principales resultados del estudio señalan que el cumplimiento de los compromisos de la ECLP identificados para el periodo 2021-2025 es medio. De las 21 metas reportables con plazo entre los años 2021 y 2023, solo 8 fueron reportadas como cumplidas. De las restantes, 8 fueron reportadas como "Pendiente" que corresponde a aquellas fuera de plazo, independiente del nivel de avance. Finalmente, 5 metas se registran como "No informado" en donde la institución responsable de reportar el avance no lo realizó. Este primer esfuerzo es un insumo muy valioso para la actualización abreviada de la ECLP planificada para 2025-2026, instancia en la que será factible revisar, reformular y fortalecer las metas y objetivos, de tal manera que se alineen con la NDC 2025 y los Planes Sectoriales.

Respecto del seguimiento de los presupuestos sectoriales de emisiones, el Ministerio del Medio Ambiente ha generado nuevas informaciones las que se detallan en la sección 3.5.

Tabla 1. Asignación de emisiones sectoriales, esfuerzos de mitigación y presupuesto sectorial por autoridad sectorial para el periodo 2020-2030.

Autoridad sectorial responsable	Emisiones sectoriales acumuladas (Mt CO_2eq) de acuerdo con el escenario referencia NDC 2020-2030	Esfuerzo indicativo de mitigación 2020-2030 (Mt CO_2eq)	Presupuesto de emisiones 2020-2030 (Mt CO_2eq) (*)
Ministerio de Energía	306,4	38,9	267,5
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	305,9	2,8	303,1
Ministerio de Minería	180,9	6,8	174,1
Ministerio de Agricultura	123,4	1,0	122,4
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	100,1	4,8	95,3
Ministerio de Salud	53,6	2,4	51,2
Ministerio de Obras Públicas	48,3	0,7	47,6

(*) Los valores de presupuesto de emisión 2020-2030 fueron corregidos respecto de la ECLP. Los valores del escenario de referencia y esfuerzos de mitigación no presentan variaciones.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en la ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

3.1.3 Planes Sectoriales de Mitigación

Para cumplir con sus presupuestos sectoriales, las autoridades responsables deberán elaborar Planes Sectoriales de Mitigación (PSM), los cuales establecerán el conjunto de acciones y medidas para reducir y absorber GEI, de modo de no sobrepasar el presupuesto sectorial asignado en la ECLP. Los PSM deberán contener al menos:

1. Diagnóstico sectorial, potencial de mitigación y alcances del presupuesto sectorial;
2. Descripción detallada de las medidas de mitigación a nivel nacional, regional y comunal, incluyendo plazos de implementación y asignación de responsabilidades;
3. Descripción detallada de los medios de implementación, con base en los lineamientos de la ECLP, indicando plazos y responsables;
4. Indicadores de monitoreo, reporte y verificación, conforme lo establecido en la ECLP;
5. Recomendaciones de revisión o actualización de los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático que correspondan.

Los planes sectoriales deberán considerar primero un horizonte de implementación al 2030 y en sus actualizaciones un horizonte al 2040 y 2050, con el objetivo de cumplir con el presupuesto asignado en la ECLP.

El proceso de elaboración de los PSM, inició en 2023, para lo cual ha sido clave la coordinación permanente entre las autoridades sectoriales y el MMA. En cumplimiento con la LMCC, los PSM serán finalizados durante 2024. Una cantidad importante de medidas de mitigación que estarán contenidas en los planes son intersectoriales, lo que implica que en su fase de diseño las autoridades sectoriales asumirán responsabilidades diferenciadas, de tal manera que se asegure la efectiva y correcta implementación de las medidas. Lo anterior requiere un trabajo coordinado entre las distintas autoridades sectoriales.

Más aun, de acuerdo con el principio de territorialidad de la LMCC, se considera que estos planes interactúen con los PARCC y PACCC. Esto se refleja en las recomendaciones territoriales que incluirán los PSM, los cuales deben reconocer la diversidad propia de cada sector y territorio. Esto implica un desafío importante en la implementación de la LMCC, sobre todo para cumplir con los presupuestos sectoriales de emisión y, por lo tanto, con el presupuesto nacional de emisiones.

Un elemento clave que ha impulsado la elaboración de los PSM es el reglamento que establece procedimientos asociados a los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático[9], publicado el 21 de diciembre de 2023. El reglamento señala en su artículo 5° que los instrumentos de gestión del cambio climático deberán seguir un ciclo regulatorio compuesto por las fases de elaboración, implementación, seguimiento, evaluación y actualización. Sobre la fase de elaboración de los PSM, el reglamento detalla en su título IV el Procedimiento de elaboración de dichos planes, incluyendo los contenidos básicos, las autoridades de la administración del Estado intervinientes en el procedimiento de elaboración de los planes, el procedimiento y etapas. El reglamento también detalla los procedimientos para aquellos casos en que las autoridades sectoriales elaboren de manera conjunta sus Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación (PSMA) al Cambio Climático. La Tabla 2 señala el estado de los PSM, la autoridad sectorial responsable de su elaboración, las fechas de resolución de inicio y el estado actual de dichos planes.

Tabla 2. Estado de los PSM, autoridades responsable y resolución de inicio.

Nombre Plan Sectorial	Autoridad sectorial responsable	Resolución de inicio publicada en Diario Oficial (DO)	Estado del PSM al 8 de noviembre de 2024
Mitigación de Agricultura	Ministerio de Agricultura	20-12-2023	Proyecto definitivo
Mitigación de Salud	Ministerio de Salud	02-12-2023	Proyecto definitivo
Mitigación de Transportes	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	02-02-2024	Proyecto definitivo
Mitigación de Minería	Ministerio de Minería	20-12-2023	Proyecto definitivo
Mitigación de Infraestructura	Ministerio de Obras Públicas	08-02-2024	Proyecto definitivo
Mitigación de Ciudades	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	05-01-2024	Proyecto definitivo
Mitigación de Energía	Ministerio de Energía	14-02-2024	Proyecto definitivo

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Con el fin de facilitar lo antes descrito, la División de Cambio Climático (DCC) del MMA ha consolidado la elaboración de una **Guía para la Elaboración de los Planes Sectoriales de Mitigación**[10] y una **Definición de lineamientos del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de medidas de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación**[11]. Estas guías metodológicas serán actualizadas posterior al proceso de elaboración de los planes, por la necesaria inclusión de la visión sectorial, así como la experiencia práctica que deriva de la actual elaboración de los PSM. Otras acciones desarrolladas por la DCC para favorecer el proceso de elaboración de los PSM ha sido el apoyo en su rol de contraparte técnica de los PSM. Para ello ha colaborado técnicamente con las autoridades sectoriales, coadyuvantes y otros participantes en las distintas fases del ciclo de elaboración de los PSM. En esta calidad ha apoyado como revisores técnicos de los distintos insumos generados para estos planes, incluso financiando estudios sectoriales para antecedentes. De la misma forma ha provisto de insumos técnicos a las autoridades sectoriales, incluyendo resultados de modelación de escenarios de mitigación, estimación de su costo-efectividad y lineamiento de posibles acciones. Por último, también ha ejercido acciones de coordinación entre las autoridades competentes, procurando efectividad al proceso.

[9] Ministerio del Medio Ambiente (2023)

[10] Ministerio del Medio Ambiente (2024c)
[11] Ministerio del Medio Ambiente (2024b)

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL DE UNA PARTE EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS, INCLUIDAS LAS ACTUALIZACIONES

Este subcapítulo contiene una descripción de la actual NDC de Chile, se señalan las consideraciones en el fortalecimiento de la NDC, presentada por el país en 2022, se especifican las metas NDC en mitigación que son reportadas en el presente IBT, se incluye además información sobre el seguimiento y evaluación de la actual NDC según lo mandatado por los requerimientos del reglamento de la LMCC que establece procedimientos asociados a los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (Reglamento Procedimental) y se informa sobre el proceso de actualización de la NDC 2025.

3.2.1 NDC vigente

La NDC 2020 de Chile presenta una estructura integral. Además de los componentes de mitigación y adaptación, incluye tres nuevos tipos de compromisos específicos: 1) componente de integración, que son aquellos compromisos que tienen un impacto tanto en adaptación como en mitigación, 2) pilar social de transición justa y desarrollo sostenible y 3) componente sobre medios de implementación. Adicionalmente la NDC relaciona cada compromiso con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en los que impacta.

El presente IBT da cuenta de los avances en las metas de mitigación propuestas por el país respecto de la reducción de emisiones de GEI, reducción de las emisiones totales de carbono negro, y reducción de metano, así como de metas asociadas a la componente UTCUTS, atendiendo de esta manera al seguimiento necesario que permita contribuir a abordar de mejor manera la triple crisis en cambio climático, pérdida de biodiversidad y la contaminación y degradación del medio ambiente.

Considerando los requerimientos sobre transparencia en la presentación de las metas incorporadas en las NDC, a partir del Marco Reforzado de Transparencia y las directrices emanadas de la COP24 de Polonia, junto con el análisis del indicador de la NDC 2015 y la revisión sobre diferentes tipos de NDC a nivel internacional, en 2020 se presentó una meta de mitigación de niveles de emisión, manteniendo al sector Uso de la Tierra, cambio de uso de la tierra y Silvicultura (UTCUTS) en una meta separada en el componente de integración[12]. Lo anterior corresponde a un presupuesto de emisiones de un máximo de emisiones entre 2020 y 2030 de 1.100 Mt CO_2eq; la meta se describe en la Tabla 3.

Tabla 3. Actualización de la meta de Mitigación de GEI y metodología.

CONTRIBUCIÓN	ODS
Meta mitigación en NDC 2020: M1) Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI[13] que no superará las 1.100 MtCO_2eq, entre 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (*peak*) de GEI al 2025 y alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO_2eq en 2030.	

Fuente: NDC (Gobierno de Chile, 2020).

La metodología de construcción de la componente de mitigación de la NDC se basó en un proceso y gobernanza participativa donde se evaluaron escenarios prospectivos para alcanzar la neutralidad al 2050 y visualizar la NDC como un hito o meta intermedia en esa trayectoria. Es relevante indicar que la meta transversal a la economía de mitigación, que implica un máximo de emisiones al 2025 y un máximo de emisiones acumuladas en el periodo 2020-2030, considera las emisiones de GEI de los sectores incluidos en el último INGEI de Chile: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), Agricultura y Residuos, excluyendo el sector UTCUTS[14]. Esta meta considera los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF_6) y trifluoruro de nitrógeno (NF_3). Toda la información metodológica y técnica de esta actualización fue incluida en el documento de la NDC como parte de la "Información para la claridad, transparencia y entendimiento", que se incluye en el libro de reglas de Katowice como parte del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París (art.13) y Chile lo ha incluido como una buena práctica de presentación de los compromisos climáticos.

[12] Gobierno de Chile (2020)
[13] El presupuesto de emisiones se entenderá como la sumatoria de las emisiones anuales en un periodo de años determinado, excluyendo el sector UTCUTS.
[14] Gobierno de Chile (2020).

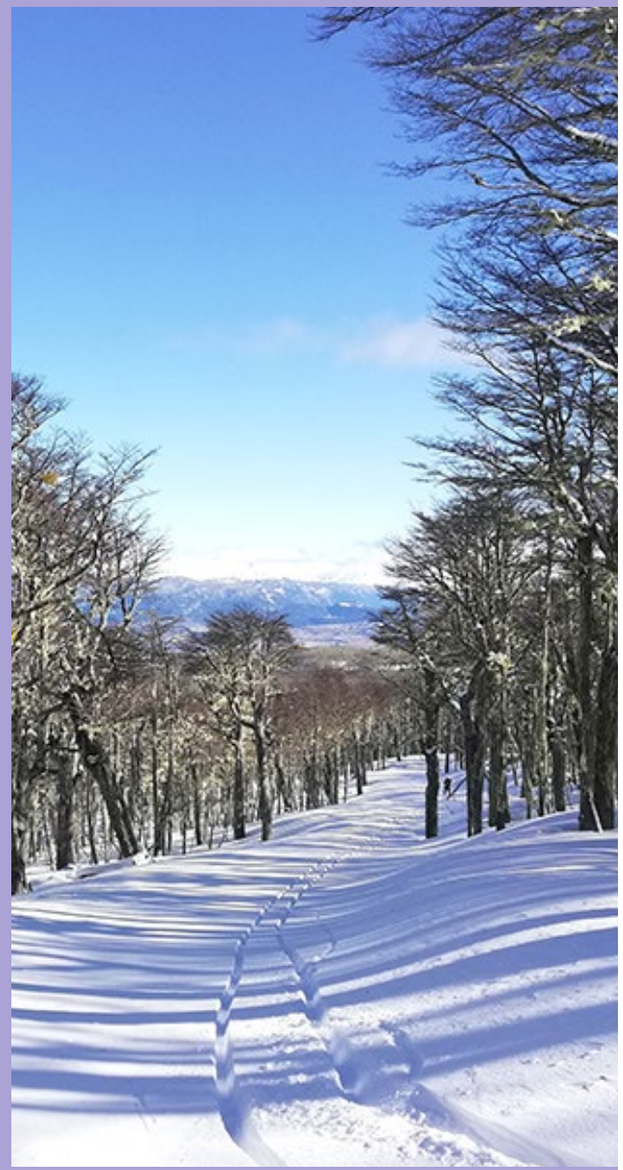


Foto: Nicolás Smith D.

Respecto de la meta del presupuesto nacional de emisiones que corresponde a 1.100 $MtCO_2eq$, en la sección 3.3.2 se presenta un ejercicio de revisión de dicha meta. La necesidad de revisión del presupuesto radica en las varias actualizaciones del INGEI desde la elaboración de las proyecciones de emisiones que dan origen al presupuesto. La revisión metodológica de algunas categorías, el levantamiento de nueva y mejor información, o la inclusión de nuevas categorías implican diferencias en los resultados proyectados, incluso con niveles de mitigación o esfuerzo equivalentes. Por ello, es que en este reporte se presenta una revisión del presupuesto nacional considerando la información relativa al último INGEI.

Otro ámbito relevante en la actual NDC, se refiere a la integración de políticas públicas entre clima y calidad del aire, con el fin de mitigar los contaminantes climáticos de vida corta[15], específicamente el carbono negro (CN), el cual, si bien no es un GEI, contribuye al calentamiento global y a la contaminación local, y su reducción presenta sinergias con acciones de mitigación de GEI. Por lo tanto, conscientes de la importancia de vincular los objetivos climáticos con la calidad del aire, y favoreciendo que las personas perciban localmente los beneficios en su calidad de vida, es que se ha incluido el siguiente compromiso.

Tabla 4. Contribución en materia de carbono negro.

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

Fuente: NDC (Gobierno de Chile, 2020).

Las emisiones de GEI históricas de Chile hasta 2019 se han mantenido con una tendencia en general al alza aumentando a más del doble en las últimas 3 décadas. La NDC actualizada implica un cambio en esta tendencia, sin llegar a un máximo muy alto (*overshoot*) ya que compromete un presupuesto y plantea el primer paso para avanzar hacia la carbono neutralidad, para reducir en las próximas 3 décadas nuestras emisiones aproximadamente a la mitad. Esta meta de mitigación es ambiciosa dadas nuestras circunstancias nacionales de país en vías de desarrollo, es transparente y abarca todos los sectores económicos, por lo que para responder el llamado del pacto de Glasgow de revisar y robustecer las NDC, consideramos fortalecerla mediante un "Anexo de implementación" que la complementa basada en nuevos avances nacionales y llamados de la ciencia para asegurar una implementación efectiva y justa.

[15] Contaminantes climáticos de vida corta o forzadores climáticos de corto plazo, revisar definición del IPCC (2013).

3.2.2 Consideraciones de la revisión y fortalecimiento de la Contribución Determinada a nivel Nacional

En la COP27, el Pacto de Glasgow (Decisión -/CMA.3 párrafos 22, 29 y 37) solicita a las Partes que revisen y refuercen las metas para 2030 en sus NDC según sea necesario para alinearlas con el objetivo de temperatura del Acuerdo de París antes de que concluya 2022. Para ello se deben tener en cuenta las diferentes circunstancias nacionales, reconociendo que para alcanzar este objetivo se requiere una reducción rápida y sostenida de las emisiones mundiales de GEI, que incluya la reducción de las emisiones mundiales de CO_2 en un 45% para 2030 con respecto al nivel de 2010, hasta llegar al cero neto a mediados de siglo, además de fuertes reducciones de otros GEI. También, invita a las Partes a estudiar nuevas medidas para reducir de aquí a 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO_2, entre ellos el metano.

El escenario político de mitigación nacional al 2022 está conformado por tres grandes elementos: la LMCC que incluye una meta de neutralidad de GEI al 2050; el presupuesto nacional indicado en la NDC de 2020; y la ECLP, que detalla a nivel sectorial cómo se logrará cumplir con la contribución y con la neutralidad al 2050, dibujando una hoja de ruta con hitos al mediano y largo plazo. Si bien el presupuesto nacional será revisado en la NDC 2025 y por consecuencia en la ECLP, estos elementos del escenario político mantienen su vigencia y robustez. A lo anterior se suma el programa del actual Gobierno que llama a lograr una transformación socioecológica justa. Dados los argumentos presentados, es que el país decidió revisitar su NDC en 2022 y fortalecerla según se explica a continuación:

- **Transición Socioecológica Justa**
  Se crea un **Comité Interministerial de Transición Socioecológica Justa (TSEJ), el cual se constituirá como un comité asesor del Presidente de la República, integrado por diferentes carteras ministeriales para la toma de decisiones y la priorización de políticas públicas.**

- **Ley Marco de Cambio Climático y anticipación de resultados en Carbono neutralidad y Resiliencia**
  Establece un esquema institucional en el que se dota a órganos de la administración del Estado de nuevas competencias, funciones y obligaciones, con sanciones, indicando el desarrollo de instrumentos de gestión del cambio climático, dentro de los que destacan instrumentos de carácter sectorial, los Planes Sectoriales de Mitigación y de Adaptación e instrumentos de orden territorial: los Planes de Acción Regional y Comunal de Cambio Climático. De este modo, será vinculante el compromiso de gestionar tanto el Presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 y 2050, según la meta de neutralidad, de acuerdo con criterios de costo efectividad y equidad de las cargas, así como los Presupuestos sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero en 2030.

- **Estrategia Climática de Largo Plazo: transformaciones sectoriales e implementación**
  Las principales transformaciones de cara a los compromisos en materia de carbono neutralidad y resiliencia se describen en la ECLP 2050, en torno a tres elementos: 1) la Transición de los sectores productivos, con transformaciones en los sectores energía, silvoagropecuario, transportes, economía circular y minería; 2) los asentamientos humanos y vida en comunidades, ampliando en al menos 1.000.000 ha la actual superficie de protección oficial de ecosistemas terrestres y acuático continentales; y 3) las funciones ecosistémicas y soluciones basadas en la naturaleza (SbN), sectores como Edificación y ciudades, Infraestructura, Pesca y Acuicultura, Recursos Hídricos y Biodiversidad, presentan metas explícitas en torno a las SbN.

- **Nuevo compromiso de emisiones de metano (CH_4)**
  El CH_4 es el segundo GEI con mayor emisión del país, en donde según el último inventario sus emisiones se estimaron en 569 kt (15.924 kt de CO_2eq), en 2022. Las emisiones CH_4 representaron el 15% de las emisiones nacionales de GEI en 2022 y han aumentado en casi un 19% en la última década. Este GEI se produce por varios procesos, que involucran desde la quema de combustibles hasta la disposición de residuos (líquidos y sólidos). En particular, en Chile, la mayoría de las emisiones de este GEI provienen de dos actividades, siendo estas la disposición de residuos sólidos (43%) y la fermentación entérica de animales (29%) (Figura 1).
  El CH_4 es un gas capaz de calentar la atmósfera con una eficiencia aproximadamente 28 veces mayor que el CO_2, en un horizonte de 100 años, además es capaz de formar otras contaminantes secundarios como el ozono troposférico. Es por esto, que Chile ha suscrito el Compromiso Global de Metano (Global Methane Pledge) para reducir las emisiones de este gas. En este contexto, Chile ha comprometido una meta de reducción de sus emisiones de metano, indicando que en el año 2025 revertirá la tendencia creciente de sus emisiones[16] de CH_4.

[16] Este compromiso se elabora sin considerar las emisiones del sector UTCUTS.

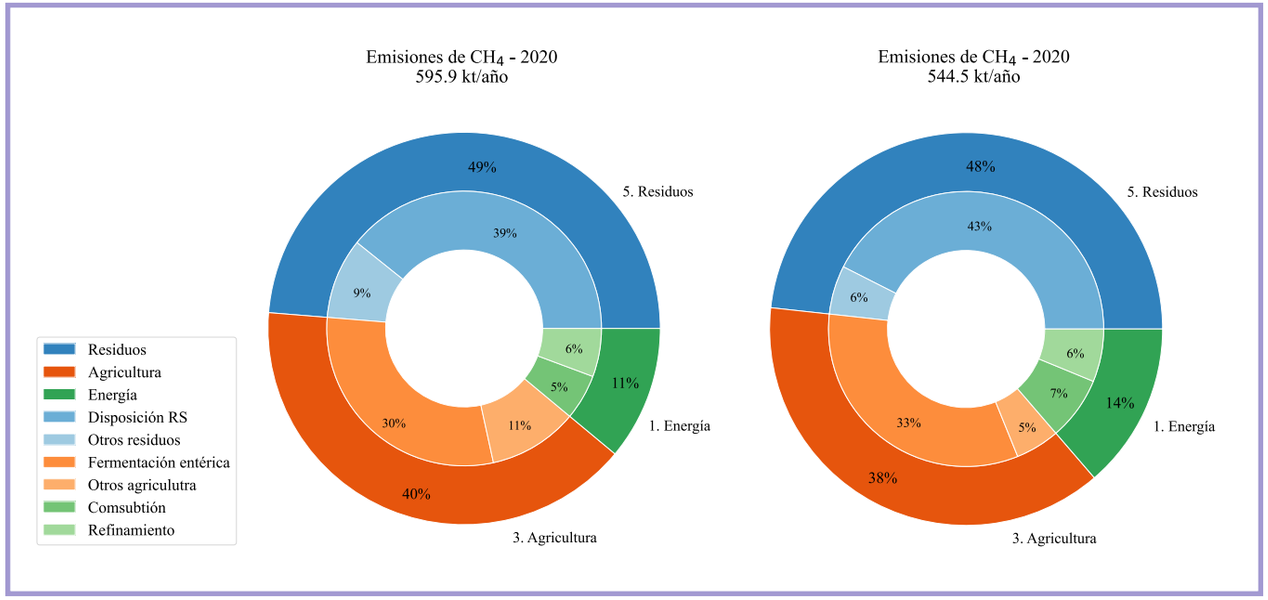


Figura 1. Emisiones de metano para los principales sectores emisores. El panel izquierdo muestra la distribución de las emisiones para el inventario presentado en el 5IBA mientras que el panel a la derecha muestra las emisiones para el inventario del 1IBT.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2022a).

Foto: Tomás Gómez S.

3.2.3 Seguimiento de las metas de la NDC en mitigación del cambio climático

Cabe destacar, que las MPD tienen un foco en el seguimiento de los compromisos de mitigación de la NDC, dejando con menos exigencias específicas el reporte de avance de los otros compromisos como los de adaptación y el pilar social, dado que no se relacionan al artículo 4 del Acuerdo de París. Además del reporte del seguimiento del compromiso de mitigación, se incluye información sobre los avances en el compromiso forestal. La información sobre avances de los otros compromisos integrados se incluye en el *Capítulo 7, Integración.*

3.2.3.1 Descripción de la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París (párrafo 64, MPD)

a) Descripción de la meta.

De acuerdo con la NDC de Chile, actualización 2020[17], el componente de mitigación de GEI considera en su Meta (M1) o Contribución M1, tres sub-metas de emisiones absolutas de GEI, excluyendo el sector UTCUTS. Las metas vigentes de la actual NDC de Chile son las siguientes:

- Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 $MtCO_2eq$, entre el 2020 y 2030.
- Un máximo de emisiones (*peak*) de GEI al 2025.
- Alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 $MtCO_2eq$ al 2030.

La actual NDC de Chile, en su componente de mitigación, también considera la siguiente meta relacionada a Carbono Negro (CN):

- **Contribución M2:** Una reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro al 2030, con respecto al 2016. Este compromiso se implementará principalmente

[17] Gobierno de Chile (2020)

a través de las políticas nacionales asociadas a calidad del aire. Además, será monitoreado a través de un trabajo permanente y periódico en la mejora de la información del inventario de carbono negro.

Adicionalmente se incluye en este reporte parte de las metas forestales de la Contribución de Integración-UTCUTS:

- **Contribución I4:** Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas en alrededor de 0,9 a 1,2 $MtCO_2eq$ anuales, al año 2030.
- **Contribución I5:** Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 $MtCO_2eq$ anuales al 2030.

También se reporta en esta oportunidad la meta relacionada a la reducción de metano, propuesta en el Fortalecimiento de la NDC de Chile presentada en 2022[18]:

- Chile se compromete el 2025 a revertir la tendencia creciente de emisiones de metano nacionales (sin UTCUTS). Para ello se fortalecerá la implementación de medidas en las fuentes relevantes a nivel nacional y se orientará el trabajo para la próxima actualización de la NDC.

Los demás requerimientos de información de las MPD respecto de las metas relacionadas a los compromisos de mitigación de la NDC, específicamente las letras b, c, d, e y g se señalan en la Tabla 5. En cuanto al requerimiento letra f) se señala que:

f) Utilización de enfoques cooperativos en relación con el artículo 6 del Acuerdo de París.

Chile reconoce que el artículo 6 del Acuerdo de París, es un mecanismo que puede permitir a los países implementar acciones de mitigación de manera costo-efectiva, así como adelantar la implementación de nuevas tecnologías, a través de la colaboración voluntaria con otras partes, por ejemplo, a través de la transferencia internacional de resultados de mitigación. Asimismo, es el único artículo que posibilita y/o promueve la participación del sector privado, clave para aumentar la ambición. Por ello, Chile mantiene una posición abierta a la firma de acuerdos para la implementación de enfoques cooperativos, pudiendo actuar como país anfitrión o adquiriente. En esta línea, a nivel nacional, en 2020 se conformó un grupo interministerial para generar una posición país respecto al mercado de carbono de artículo 6, del que participan los Ministerios de Energía, Hacienda, Relaciones Exteriores, Agricultura y Medio Ambiente. Este grupo generó insumos para la regulación nacional del artículo 6 del Acuerdo de París, permitiendo generar lineamientos de convergencia entre los ministerios en pos de avanzar. Adicionalmente, este grupo interministerial actúa como punto central de las negociaciones de los acuerdos para enfoques cooperativos entre Chile y otros países.

Hoy en día Chile se ha enfocado en la firma de acuerdos actuando como país anfitrión, para lo cual ya cuenta con un memorándum de entendimiento con Singapur firmado en agosto de 2023 y el acuerdo de implementación está bajo negociaciones. Nos encontramos en proceso de transición del acuerdo con Japón firmado en el 2015 para que esté alineado con los términos del artículo 6 del Acuerdo de París, y poseemos un acuerdo de implementación con Suiza, firmado en noviembre del 2023, para el cual ya se abrieron las postulaciones a actividades de mitigación, algunas de las cuales se encuentran en fase de diseño. Chile, en la firma de acuerdos, busca una coherencia entre estos y sus regulaciones nacionales, y mantiene la postura de mantenerse como un país anfitrión, hasta desarrollar la regulación adecuada para actuar en el rol de país adquiriente.

Foto: Arturo Espinosa

[18] Ministerio del Medio Ambiente (2022b)

Tabla 5. Descripción de las metas relacionadas a los compromisos de mitigación de la NDC.

Meta reportada	Elementos descriptivos de las metas reportadas				g) Actualizaciones o aclaraciones respecto de la información previamente comunicada
	b) Año o periodo	c) Punto de referencia	d) Plazos o periodo de aplicación	e) Alcance y cobertura	
Contribución M1	Considera periodos y años, es decir, una contribución multianual. En detalle: • El presupuesto de emisiones de GEI para el periodo 2020 a 2030 (11 años). • El *peak* a 2025. • Un nivel de emisiones a 2030.	• La contribución de Chile o metas no consideran puntos de referencias comparativo, niveles de emisión, bases de referencia, años de base o puntos de partida. • Sin embargo, en el análisis del progreso de indicadores de seguimiento de la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, se han considerado puntos de referencia (ver Tabla 7).	• Se considera un periodo de implementación entre 2020 a 2030, inclusive. • Se considera un máximo de emisiones a 2025, lo que se traduce en un cambio de la tendencia del total de GEI nacional (excluyendo UTCUTS).	• La contribución de mitigación considera los sectores de Energía, IPPU, Agricultura y Residuos, de acuerdo con las definiciones del INGEI de Chile. Se excluye el sector UTCUTS. • La contribución de mitigación considera los siguientes GEI: CO_2, CH_4, N_2O, gases F o HFC, PCF y SF_6. Para el monitoreo de la meta se considerarán los Potenciales de Calentamiento Atmosférico (PCA) del AR5 del IPCC, según lo señalado por la UNFCCC.	Sobre la base de las continuas mejoras del INGEI que determinan metodológicamente la prospectiva de emisiones, bajo el mismo escenario de esfuerzos o mitigación que determina el presupuesto actual, su valor máximo a alcanzar en el periodo 2020-2030 es 1.100 $MtCO_2eq$
Contribución M2	Considera un año en específico: 2030.	El año de referencia de emisiones totales de CN: 2016.	• Se considera como periodo de implementación hasta el año 2030.	• La meta considera solo las emisiones del sector Energía, por la importancia de este en las emisiones de este contaminante. Los sectores IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos solo se reportarán de manera informativa.	Se especifica los sectores que se considerarán en la meta.
Contribuciones I4 e I5	Los componentes I4 e I5 de UTCUTS de la Contribución de Integración consideran un periodo que va hasta 2030 para alcanzar sus metas.	• La contribución de Chile o metas no consideran puntos de referencia comparativo, niveles de emisión, bases de referencia, años de base o puntos de partida. • Sin embargo, en el análisis del progreso de indicadores de seguimiento de la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, se han considerado puntos de referencia (ver Tabla 7).	Los componentes I4 e I5 consideran como plazo hasta 2030.	• La componente I4 se especifica como una meta a implementarse sobre bosque nativo. Además, en la NDC se definen criterios de sustentabilidad para los planes de manejo. • La componente I5 establece una relación entre la superficie de bosque nativo y plantación forestal y también especifica condiciones que la forestación debe cumplir, relevando además los beneficios que trae esta acción para la adaptación.	De momento no se consideran actualizaciones o aclaraciones adicionales.
Meta metano	Año previsto para cumplir la meta: 2025.	• El punto de referencia es el periodo de la serie 1990 y el último año de reporte.	El periodo de aplicación es hasta el 2025 inclusive. Se evaluará la meta como un máximo de emisiones al 2025.	• Considera las emisiones nacionales de metano de los sectores Energía, IPPU, Agricultura y Residuos e implica un cambio de la tendencia hasta el 2025.	Se detalla el indicador de seguimiento de la meta.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.2.4 Seguimiento y Evaluación de la actual NDC

El reglamento de la LMCC que establece procedimientos asociados a los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC), entrega lineamientos para el seguimiento y la evaluación de estos, lo que incluye a la NDC. El reglamento detalla roles y responsabilidades, contenidos básicos del Informe de Seguimiento y del Informe de Evaluación, junto con procesos de elaboración y publicación de los Informes.

El MMA deberá elaborar un informe de seguimiento de la NDC en base a la información entregada por las autoridades responsables, demás autoridades competentes y la recabada por el MMA, debiendo ser remitido al Ministerio de Relaciones Exteriores a más tardar en el mes de noviembre, debiendo ser publicado en el **Sistema Nacional de Acceso a la Información y participación Ciudadana sobre Cambio Climático** del Ministerio del Medio Ambiente, de tal forma que la ciudadanía pueda acceder a la información. Asimismo, el informe se debe publicar en el portal institucional del Ministerio del Medio Ambiente y dentro de los 10 días siguientes a la publicación, remitirse a la opinión del Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático.

Los contenidos del informe de seguimiento deben ser coherentes con lo dispuesto en el artículo 67 del Reglamento Procedimental[19], en donde se señala que el informe de seguimiento a cargo de los ministerios o autoridades responsables que deberá ser entregado anualmente al MMA, debe considerar al menos los siguientes contenidos:

a) Porcentaje de avance de los indicadores de monitoreo, reporte y verificación o evaluación respectivos en relación al año calendario anterior.

b) Detalle de los objetivos, metas, acciones o medidas que presenten un avance deficiente de acuerdo al resultado que se haya esperado en el instrumento, incluyendo las razones del cumplimiento insatisfactorio.

c) Descripción de la adecuación que se haya realizado a las acciones o medidas que presentaron problemas operativos y sobrevinientes durante su implementación, con especial énfasis en el principio de no regresión.

d) Descripción de las acciones concretas que se adoptarán para rectificar las deficiencias identificadas en el literal b), con indicación de plazos de implementación y asignación de responsabilidades.

En relación con la evaluación de la NDC, en el Título VIII del reglamento previamente señalado, se regula la Evaluación de los IGCC y en particular, su artículo 70 dispone que, durante la implementación, en forma previa a la actualización del instrumento de que se trate, se realizará la evaluación, con el objeto de realizar un análisis crítico del desempeño del mismo, en función del cumplimiento de los objetivos, metas y lineamientos establecidos en los artículos 1 y 4 de la LMCC y en la ECLP. Dado lo expuesto, el Ministerio del Medio Ambiente inició la etapa de evaluación de la NDC de Chile 2020 el 7 de mayo de 2024, estableciéndose un periodo de recepción de antecedentes por un plazo de 30 días hábiles, en donde cualquier persona o agrupación de personas podrá presentar antecedentes relacionados con el desempeño de la NDC.

3.2.5 Proceso de actualización de la NDC

En línea con el artículo 4 del Acuerdo de Paris y tal como lo refleja la LMCC, la NDC se actualizará cada cinco años. La NDC que prontamente será actualizada en 2025 deberá contener a la NDC actual, teniendo en consideración la meta de 2030 planteada en la NDC 2020, y añadiendo a su vez metas al año 2035.

Durante 2024 se desarrollará un proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional que terminará en 2025, con la entrega del nuevo compromiso a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El procedimiento de elaboración, definido por el Decreto N°16/2023 del Ministerio del Medio Ambiente, indica 5 etapas para la elaboración de las NDC, las cuales cuentan con plazos y procesos definidos. Se espera contar con el anteproyecto de la NDC a fines de 2024, para contar con un periodo de consulta pública que permita elaborar un proyecto definitivo, que cuente con aportes por parte de la ciudadanía en su conjunto. Citando al reglamento procedimental de los instrumentos de gestión de cambio climático en su artículo 74, la actualización de la NDC dará lugar a la revisión de la Estrategia Climática de Largo Plazo. A su vez, la revisión o actualización de la Estrategia Climática de Largo Plazo podrá requerir la revisión o actualización de instrumentos de menor jerarquía para que se alineen con los nuevos compromisos.

Desde la mitigación, se deberán elaborar escenarios prospectivos de emisiones de gases de efecto invernadero que se alineen con los actuales compromisos internacionales y que permitan definir la política climática en el horizonte de la actualización de la NDC (10 años hasta 2035 de acuerdo con los *Common time frames* del Acuerdo de París). Además, se establecen procesos de participación ciudadana informativos y consultivos para la elaboración del anteproyecto, como del proyecto definitivo.

Se espera que este proceso sea de gran relevancia para ajustar y consolidar tanto los indicadores que definen nuestros compromisos, como los escenarios que podemos plantear con la información disponible.

[19] Ministerio del Medio Ambiente (2023)

3.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA HACER UN SEGUIMIENTO DE LOS PROGRESOS ALCANZADOS EN LA APLICACIÓN Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS

3.3.1 Identificación de indicadores de seguimiento

Con el objetivo de dar cuenta del progreso del país en el cumplimiento de las contribuciones de mitigación M1 y M2, los componentes de integración I4 e I5 relevantes para el artículo 4 del Acuerdo de París, y la meta de reducción de metano, se han definido 9 indicadores de seguimiento a ser reportados. En este apartado se presenta una caracterización de los indicadores en la Tabla 6. Si bien las informaciones sobre el progreso de los indicadores se presentan en la CTF 4, en esta sección se presentan un resumen del progreso de los indicadores de seguimiento de la NDC en la **Tabla 6**, resultados que son analizados posteriormente.

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 6. Detalle de los indicadores de seguimiento de la NDC en relación con el art. 4 del Acuerdo de París.

ID	Nombre del Indicador	Descripción	Compromiso asociado	Tipo	Sectores del INGEI relacionados	Años	Estimación	Avance	Beneficios secundarios
GEI_1	Emisiones acumuladas (*)	Emisiones de GEI acumuladas desde el 2020 y el último año presentado por el INGEI de Chile, excluyendo el sector UTCUTS.	Presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 $MtCO_2eq$, entre 2020 y el 2030	Cuantitativo	Sector Energía, IPPU, Agricultura y Residuos de acuerdo con lo reportado en el INGEI de Chile	[2020 - hasta el último año reportado] Último año reportado: 2022	$\sum_{i}^{n} Emisiones\ de\ GEI$ Donde: • *i representa el último año reportado* • Emisiones de GEI considera la sumatoria de los sectores Energía, IPPU, Agricultura y Residuos, $MtCO_2eq$ En esta ocasión se calcula como: i=2020 n =2022	325,4 Mt de CO_2eq	No se indican
GEI_2	Año máximo de emisiones (*)	Año máximo de emisiones entre el 2020 y el último año presentado por el INGEI de Chile, excluyendo el sector UTCUTS.	Máximo de emisiones (*peak*) de GEI al 2025	Cuantitativo	Sector Energía, IPPU, Agricultura y Residuos de acuerdo con lo reportado en el INGEI de Chile	[2020 - hasta el último año reportado] Último año reportado: 2022	$\max(Emisiones\ GEI_{2022}; \ldots; Emisiones\ GEI_i)$ Donde: • *i representa el último año reportado* • Emisiones de GEI considera la sumatoria de los sectores Energía, IPPU, Agricultura y Residuos, $ktCO_2eq$	111.049 kt de CO_2eq en 2022	No se indican

Continuación tabla 6

ID	Nombre del Indicador	Descripción	Compromiso asociado	Tipo	Sectores del INGEI relacionados	Años	Estimación	Avance	Beneficios secundarios
GEI_3	Porcentaje de diferencia del último año reportado (*)	Emisiones de GEI del último año presentado por el INGEI de Chile, excluyendo el sector UTCUTS, menos las emisiones comprometidas al 2030, dividido por las emisiones comprometidas al 2030.	Alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 $MtCO_2eq$ al 2030	Cuantitativo	Sector Energía, IPPU, Agricultura y Residuos de acuerdo con lo reportado en el INGEI de Chile	[Último año del INGEI reportado] Último año reportado: 2022	$\frac{Emisiones\ GEI_i}{95\ [MtCO_2eq]} * 100[\%]$ Donde: • *i representa el último año reportado* • Emisiones de GEI considera la sumatoria de los sectores Energía, IPPU, Agricultura y Residuos, Mt CO_2eq En esta ocasión se calcula como: $\frac{111{,}0\ [MtCO_2eq]}{95\ [MtCO_2eq]} * 100[\%]$	117%	No se indican
CN_1	Porcentaje de diferencia de las emisiones totales de Carbono Negro (CN)	Emisiones de CN del último año presentado por el SNICHILE, menos las emisiones registradas de CN en 2016, dividido por las emisiones de CN registradas en 2016.	Reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro al 2030, con respecto al 2016.	Cuantitativo	No Aplica	[2016 - hasta el último año reportado] Último año reportado: 2022	$\frac{Emisiones\ CN_i}{Emisiones\ CN_{2016}} * 100[\%]$ Donde: • *i representa el último año reportado* • Emisiones de CN considera solo el sector Energía En esta ocasión se calcula como: $\frac{20.851{,}1\ ton\ CN}{20.105{,}1\ ton\ CN} * 100[\%]$	104%	No se indican
CH4_1	Tendencia de emisiones de metano (máximo)	Año máximo de emisiones de CH4 entre el 2020 y el último año presentado por el INGEI de Chile, excluyendo el sector UTCUTS. Considerando que el máximo de emisiones debería alcanzarse en ese año, la tendencia debería ser decreciente en los años posteriores. Comparación de las emisiones de CH_4 del último año del inventario nacional de gases de efecto invernadero, sin considerar el sector UTCUTS, con los otros años de la serie.	Revertir la tendencia creciente de emisiones de metano nacionales (sin UTCUTS) al 2025.	Cuantitativo	CH_4	2020 - hasta el último año reportado] Último año reportado: 2022	$\max(Emisiones\ CH_{4\,2022}; \ldots; Emisiones\ CH_{4\,i})$ Donde: • *i representa el último año reportado* • Emisiones de GEI considera la sumatoria de los sectores Energía, IPPU, Agricultura y Residuos, ktCO_2eq	568,7 kt de CH_4 en 2022	No se indican

Continuación tabla 6

ID	Nombre del Indicador	Descripción	Compromiso asociado	Tipo	Sectores del INGEI relacionados	Años	Estimación	Avance	Beneficios secundarios
UTCUTS_1	Porcentaje de superficie manejada de bosque nativo (**)	Superficie manejada de bosque nativo entre el 2020 y último año reportado por CONAF, dividida por la superficie manejada de bosque nativo comprometida al 2030 (200.000 ha).	Manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosque nativo	Cuantitativo	Sector UTCUTS	[Último año reportado] Último año reportado: 2023	$\frac{Superficie\ manejada\ [ha]}{200.000\ ha} * 100[\%]$ Donde: • Superficie manejada [ha] representa la superficie de bosque nativo bajo manejo entre el 2020 y el último año reportado. En esta ocasión se calcula como: $\frac{46.225\ [ha]}{200.000\ ha} * 100[\%]$	23%	No estimado
UTCUTS_2	Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie manejada de bosque nativo (**)	Absorción neta alcanzada por la superficie manejada de bosque nativo para el último año reportado por CONAF, dividida por absorción esperada de la superficie manejada de bosque nativo comprometida al 2030.	Alrededor de 0,9 a 1,2 $MtCO_2eq$ anuales, al año 2030.	Cuantitativo	Sector UTCUTS	[Último año reportado] Último año reportado: 2023	$\frac{Absorción\ neta\ [Mt\ CO_2eq]}{-0,9\ [Mt\ CO_2eq]} * 100[\%]$ Donde: • Absorción neta [$MtCO_2eq$] representa la absorción neta de la superficie de bosque nativo manejado. En esta ocasión se calcula como: $\frac{-0,069\ [Mt\ CO_2eq]}{-0,9\ [Mt\ CO_2eq]} * 100[\%]$	7,7%	No estimado
UTCUTS_3	Porcentaje de superficie forestada (**)	Superficie forestada entre el 2020 y último año reportado por CONAF, dividida por la superficie forestada comprometida al 2030 (200.000 ha).	Forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación.	Cuantitativo	Sector UTCUTS	[Último año reportado] Último año reportado: 2023	$\frac{Superficie\ forestada\ [ha]}{200.000\ ha} * 100[\%]$ Donde: • Superficie forestada [ha] representa la superficie de reforestada entre el 2020 y el último año reportado. En esta ocasión de calcula como: $\frac{12.525[ha]}{200.000\ ha} * 100[\%]$	6,3%	No estimado
UTCUTS_4	Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie forestada (**)	Absorción neta alcanzada por la superficie forestada para el último año reportado por CONAF, dividida por absorción esperada de la superficie forestada comprometida al 2030.	Alrededor de capturas de entre 3,0 a 3,4 $MtCO_2eq$ anuales al 2030	Cuantitativo	Sector UTCUTS	[Último año reportado] Último año reportado: 2023	$\frac{Absorción\ neta\ [Mt\ CO_2eq]}{-3,0\ [Mt\ CO_2eq]} * 100[\%]$ Donde: • *Absorción neta [$MtCO_2eq$]* representa la absorción neta de la superficie forestada. En esta ocasión se calcula como: $\frac{-0,105\ [Mt\ CO_2eq]}{-0,9\ [Mt\ CO_2eq]} * 100[\%]$	3,5%	No estimado

Fuente: (*) elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Anexo II de la dec. 5 del CMA. 3 (UNFCCC, 2022); (**) Elaboración propia, INFOR y CONAF, coordinado por ODEPA, MINAGRI.

Tabla 7. Progreso de los indicadores de seguimiento de la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París.

ID	Nombre del Indicador	Unidad	Información sobre los puntos de referencia, los niveles, las bases de referencia, los años de base o los puntos de partida	Progreso de los indicadores				Año o periodo objetivo
				Año 1 2020	Año 2 2021	Año 3 2022	Año 4 2023	
GEI_1	Emisiones acumuladas (*)	$MtCO_2eq$	Año base 2020	103,7 $MtCO_2eq$	214,4 $MtCO_2eq$	325,4 $MtCO_2eq$	NE	2020 - 2030
GEI_2	Año máximo de emisiones (*)	$ktCO_2eq$	Serie 1990 - último año de reporte	103.716 $ktCO_2eq$	110.655 $ktCO_2eq$	111.049 $ktCO_2eq$	NE	2025
GEI_3	Porcentaje de diferencia del último año reportado (*)	%	95 $MtCO_2eq$	109%	116%	117%	NE	2030
CN_1	Porcentaje de diferencia de las emisiones totales de carbono negro (CN)	%	Año base 2016	98,9%	99,7%	104%	NE	2030
CH4_1	Tendencia de emisiones de metano (máximo)	$ktCH_4$	Serie 1990 - último año de reporte	546,4 $ktCH_4$	557,3 $ktCH_4$	568,7 $ktCH_4$	NE	2025
UTCUTS_1	Porcentaje de superficie manejada de bosque nativo (**)	%	2020	1,43%	2,88%	8,75%	23,12%	2030
UTCUTS_2	Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie manejada de bosque nativo (**)	%	2020	-14,8%	-9,8%	6,8%	7,7%	2030
UTCUTS_3	Porcentaje de superficie forestada (**)	%	2020	1,77%	2,80%	3,48%	6,26%	2030
UTCUTS_4	Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie forestada (**)	%	2020	0,3%	1,1%	1,6%	3,5%	2030

Fuente: (*) elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Anexo II de la dec. 5 del CMA. 3 (UNFCCC, 2022); (**) Elaboración propia, INFOR y CONAF, coordinado por ODEPA, MINAGRI.

NE: no estimado.

En relación con los resultados presentados en la Tabla 7, a continuación se presenta un análisis sobre el progreso de los indicadores:

1. Emisiones acumuladas (GEI_1)

El indicador GEI_1 guarda relación con el presupuesto de emisiones acumuladas en el periodo de implementación de la NDC, es decir, 2020 - 2030. El presupuesto de emisiones comprometido, vale decir, máximos de emisiones a emitir en el periodo de la NDC, es de 1.100 $MtCO_2eq$. A la fecha, llevando tres años de contabilidad de las emisiones en el periodo de la NDC, se tiene un total de emisiones acumuladas de 325,4 $MtCO_2eq$, lo que representa **29,6%** del total del presupuesto. Considerando el total de emisiones acumuladas, se tiene que el mayor contribuidor fue el sector Energía (76,4%). El consumo de combustibles fósiles es el principal emisor del país, tanto la quema de combustibles para la generación de electricidad y el transporte terrestre prepondera por sobre las demás actividades. Sin embargo, la generación de electricidad ha presentado reducciones sustanciales, con una participación importante de fuentes renovables en los últimos años. Contrario es el caso del transporte terrestre, que ha aumentado sustantivamente en los últimos años.

2. Año máximo de emisiones (GEI_2)

La meta plantea un año máximo de emisiones para 2025. El indicador GEI_2 busca evidenciar este avance con el máximo histórico de emisiones. En la actualidad las emisiones alcanzan su máximo en el último año del inventario, con 111.049 $ktCO_2eq$. De esto se desprende que las emisiones han ido en aumento en los últimos años, sin embargo, al observar los crecimientos anuales, queda en evidencia que las tasas de crecimiento anuales han disminuido, con variaciones cercanas al 2% en los últimos años (excluyendo el año 2020 por la pandemia del COVID19).

3. Porcentaje de diferencia del último año reportado (GEI_3)

La meta basada en el objetivo de emisiones, de 95 $MtCO_2eq$ plantea un punto de llegada al 2030. Para el indicador GEI_3 se indica el avance de este en base al último año del inventario, en otras palabras, se comparan las emisiones obtenidas sobre el objetivo comprometido. De esta manera el compromiso se cumple cuando las emisiones del inventario son iguales o menores a las comprometidas, es decir, no supera un 100% en el indicador. Actualmente el indicador en 2022, alcanza un 117%, lo que indica que el último año del inventario esta 17% por sobre las emisiones comprometidas para 2030.

4. Porcentaje de diferencia de las emisiones totales de Carbono Negro (CN, CN_1)

El indicador CN_1 busca cuantificar el avance de las reducciones alcanzadas en cuanto a las emisiones de carbono negro. La meta de carbono negro fue elaborada considerando solamente las emisiones provenientes del sector energía, ya que este representa más del 90% de las emisiones de este contaminante. El compromiso establece una reducción de al menos un 25% de las emisiones a 2030 con respecto a los niveles de 2016. Para el avance del indicador, se comparan las estimaciones de emisiones del sector Energía de los inventarios en el periodo de implementación de la NDC (2020 - 2030). En esta ocasión se cuenta con tres años de estimaciones en este periodo. Los resultados muestran leves variaciones respecto de 2016, disminuyendo a 98,9% y 99,7% en los años 2020 y 2021, respectivamente y aumentando a 104% en 2022. Para cumplir con el objetivo o la meta comprometida, se debe alcanzar un valor de al menos 75%.

Las variaciones se deben a múltiples factores. En Chile, la calidad del aire es una preocupación mayor, que ha llevado a tomar una serie de medidas en las últimas tres décadas. En particular en los últimos años se han implementado normativas más exigentes para grupos electrógenos, maquinarias fuera de ruta, vehículos livianos y pesados nuevos, además de la constante implementación y actualización de planes de prevención y descontaminación atmosférica (PPDA). Todas estas acciones tienen impacto en las emisiones de carbono negro, sin embargo, se requiere actualizar y afinar las estimaciones de este contaminante para evidenciar y verificar de mejor manera las emisiones y las diferentes medidas de mitigación. En la actualidad, el inventario cuenta con metodologías avanzadas para el transporte terrestre y las maquinarias fuera de ruta.

5. Tendencia de emisiones de metano (máximo) (CH4_1)

El fortalecimiento de la NDC compromete, entre otros, una reducción en las emisiones de CH_4, señalando que se revertirá la tendencia creciente de las emisiones de metano en 2025. El indicador CH4_1 busca evidenciar el avance del compromiso buscando el máximo de emisiones, de tal manera que el máximo de emisiones no ocurra después de 2025. De esta manera, las emisiones habrán disminuido desde 2026 en adelante. A la fecha, el máximo de emisiones es alcanzado en el último año del inventario con un crecimiento anual del 2% en los últimos dos años, llegando a 568,7 $ktCH_4$ en 2022 provenientes en un 50% del sector residuos y un 36% de agricultura. El indicador indica que las emisiones se han mantenido al alza, lo que está impulsado principalmente por el aumento de las emisiones producidas en rellenos sanitarios. Es importante notar que estas son producto de la mejora de las normas sanitarias, que llevan los residuos a rellenos sanitarios, en los que tienen un potencial de formación de metano mayor que otros sitios de disposición final no controlados, como basurales o vertederos. Las emisiones de metano provenientes de la Agricultura, por el contrario, presentan una tendencia a la baja por la disminución de cabezas de ganado en el país.

6. Porcentaje de superficie manejada de bosque nativo (UTCUTS_1)

La meta comprometida busca aumentar la superficie de bosque nativo bajo esquemas de manejo forestal sustentable. Para la contabilidad de avances en esta meta se consideran las actividades ejecutadas por programas CONAF entre el 01/01/2020 y el 31/12/2023. Los programas informados corresponden a las acciones que se bonifican por medio de la Ley de Bosque Nativo (Ley N°20.283), el Programa de Reactivación Económica, el Programa Siembra por Chile y el Proyecto +Bosques. Este último tiene financiamiento levantado en el marco de la Fase 3 de pago por resultados de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), que corresponde a la estrategia REDD+ de Chile.

En el caso de la superficie manejada de bosque nativo, se considera en el presente informe las superficies bonificadas con financiamiento de la Ley N°20.283. Al respecto, es importante señalar que existe un porcentaje de planes de manejo forestal que se presentan y se aprueban por CONAF, y que se ejecutan por los y las propietarias sin solicitar una bonificación, por lo que se prevé que existe superficie de manejo bonificada que no está siendo incorporada en el avance de este indicador, la cual se espera incluir en el siguiente informe de transparencia.

Así también, se debe tener en consideración que anualmente se presenta una importante cantidad de solicitudes de planes de manejo, sobre las cuales se desconoce su ejecución efectiva. No obstante, representan una intención de gestionar el bosque nativo bajo acciones de manejo forestal sostenible, promoviendo la protección del patrimonio ecológico y/o el aprovechamiento sustentable de los recursos en el marco del único instrumento de fomento forestal que existe en el país.

En este punto se plantea como una oportunidad importante de mejora el poder incluir el detalle de esta superficie en futuros avances de las metas país, para fortalecer los registros institucionales.

Adicionalmente, tal como se ha mencionado, dentro de esta contribución se consideran las acciones ejecutadas por otros programas tales como el programa de Reactivación, Siembra por Chile y +Bosques. Para ellos, se considera la superficie de manejo y recuperación de bosque nativo, de acuerdo a la fecha de ejecución. Se debe tener presente que la información recopilada es analizada en detalle con el objetivo de evitar doble contabilidad de las acciones anuales, es decir, no se cuentan actividades que se hayan ejecutado en un mismo predio, el mismo año, por un mismo programa.

Se aclara que a la fecha hay acciones ejecutadas que tributan a las metas que no cuentan con la información suficiente para realizar estimaciones de captura de carbono. Independiente de lo anterior, la contribución se informa de manera consistente en este indicador de superficie.

Al 2023 el indicador alcanza el 23,1 % de avance, considerando 4 años de implementación de la meta.

7. Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie manejada de bosque nativo (UTCUTS_2)

La absorción alcanzada por la superficie manejada de bosque nativo se estima utilizando los parámetros de crecimiento aplicados en el Inventario de GEI de Chile y la información de emisión asociada a las intervenciones de corta de bosques, dando cuenta como resultado la absorción neta. Se considera la información detallada por actividad silvícola ejecutada y por tipo forestal.

Es importante aclarar que a la fecha no todas las acciones consideradas en el indicador UTCUTS_1 cuentan con la información específica para realizar estimaciones de captura de carbono que corresponde al indicador UTCUTS_2. Para estas acciones sin antecedentes con respecto a las capturas, la estimación para UTCUTS_2 considera solamente a aquellas acciones que tengan los datos suficientes. En este respecto se espera que, para un nuevo cálculo de actualización de progreso en las contribuciones, se pueda contar con la información específica para ejecutar un recálculo de las estimaciones y así entregar los datos consolidados. En específico, se requerirá como mínimo la superficie del rodal manejado, el tipo forestal, la acción de manejo, el volumen de biomasa extraído si es el caso, y la fecha de ejecución.

A diciembre de 2023, el indicador alcanzó un 7,7% de avance respecto del total de capturas estimado para esta contribución.

8. Porcentaje de superficie forestada (UTCUTS_3)

El indicador de superficie forestada da cuenta del avance de la meta de forestación y recuperación de bosque en hectáreas por año. Para la medición del progreso, se consideran acciones registradas por programas de CONAF y por grandes empresas forestales, considerando la fecha de la acción, la superficie del rodal, y el tipo forestal o la especie.

Respecto a esta ambición, es necesario destacar que a la fecha el país no cuenta con un instrumento de fomento financiado con fondos nacionales enfocado en forestación. En efecto, el único programa que mantiene presupuesto estructural para acciones de forestación es el Programa de Forestación Participativa que contribuye con 1.931 ha.

Un aporte importante a esta meta es el realizado por las empresas forestales, que entre 2020 y 2023 ejecutaron 1.911 ha de su-

perficie forestada, principalmente con especies exóticas. El resto del avance se logra mediante los proyectos con financiamiento extraordinario, que son el programa de Reactivación económica (605 ha) y Siembra por Chile (796 ha), Recuperación de Bosques quemados (5.105 ha), además del proyecto +Bosques (2.176 ha), que cuenta con financiamiento internacional.

El indicador da cuenta de un avance del 6,26% (12.525 ha) respecto de la meta de 200.000 ha. De las 12.525 ha forestadas, más del 25% corresponde a forestación con especies exóticas.

9. Porcentaje de absorción alcanzada por la superficie forestada (UTCUTS_4)

El indicador de absorciones por superficie forestada busca cuantificar la estimación anual de remociones generadas por las forestaciones ejecutadas. Para su cálculo, se aplican los parámetros de crecimiento generados por el Inventario Forestal Nacional y que también se utilizan para el Inventario Nacional de GEI. Los registros considerados incluyen la información de la superficie forestada, la especie y densidad de plantas y la fecha de ejecución de la actividad.

El avance en absorciones alcanzado por la superficie forestada alcanza el 3,5% lo que corresponde a 0,105 $MtCO_2eq$. El mayor impacto en este resultado se debe a las forestaciones realizadas con *Pinus radiata* y *Eucaliptus sp.*, que tienen mayores tasas de crecimiento anual.

Como ya se indicó, la falta de instrumentos de fomento a la forestación y creación de nuevas áreas de bosques, es la principal causa del nivel de progreso de este indicador. Sumado a esto, la prioridad de acciones silvícolas ejecutadas en los territorios se ha focalizado en la restauración de áreas de bosques afectados por incendios, más que en la ejecución de acciones de forestación. Esto último como respuesta a la cada vez mayor severidad de los eventos de incendios que afectan la cobertura vegetal del país y a la respuestas de la sociedad civil, quienes han mostrado un mayor interés en ejecutar acciones de restauración de bosques degradados, por sobre acciones de forestación.

3.3.2 Revisión de la Meta 1 de la actual NDC de Chile

El compromiso M1 de la NDC vigente implica un máximo de emisiones acumuladas en el país entre 2020 y 2030 de 1.100 $MtCO_2eq$. Esto es el resultado de la implementación teórica de una serie de medidas de mitigación en el periodo, pero también supone una serie de metodologías o disposiciones disponibles al momento de la evaluación. En el análisis con el que se evaluaron los actuales compromisos, el último INGEI disponible abordaba la serie 1990-2016, mientras que hoy disponemos de la serie 1990-2022. El Inventario se ha actualizado 3 veces desde que se estableció el compromiso actual, lo que implica múltiples ajustes y mejoras metodológicas. Estas se ven reflejadas en los recálculos que son presentados en cada informe del inventario y que permiten visualizar el impacto, en cuanto a la contabilidad, de cada mejora del inventario.

Este proceso de mejora continua tiene una implicancia compleja en la promoción y evaluación de compromisos absolutos puesto que, adicionalmente a su valor como herramienta de contabilidad y registro de emisiones, el inventario es la regla con la que se miden los compromisos de emisiones (no así de reducciones), debiendo ser comparable metodológicamente con la evaluación o modelación de compromisos como lo es el presupuesto de carbono. Si bien no siempre los ajustes o recálculos del inventario implican un efecto sustantivo, en algunos casos esto puede darse así y en esas circunstancias es necesario traducir las metas cuantitativas a los nuevos niveles técnicos o metodológicos de estimación de emisiones.

Los últimos análisis han presentado algunas diferencias considerables en algunos sectores o categorías, siendo el más relevante el sector residuos, seguido de algunas categorías del sector energía.

En esta sección se hará una revisión del presupuesto de emisiones 2020-2030, procediendo de forma sectorial para aproximar un presupuesto nacional, que conserve el nivel de ambición presentado en nuestra NDC 2020 y que al mismo tiempo sea comparable con el último INGEI disponible. Un proceso más formal para este ajuste se desarrollará con la construcción de escenarios para la actualización de la NDC 2025 y posterior revisión de la ECLP.

Es importante reforzar que este análisis no busca recalcular escenarios de mitigación, sino que incorporar los cambios metodológicos del inventario, en los escenarios ya calculados para la NDC vigente y evaluar el efecto de estos cambios sobre el compromiso de mitigación M1.

3.3.2.1 Energía

El caso del sector Energía es complejo dada la relevancia total en las emisiones nacionales y la diversidad de sectores que contiene. La Figura 2 muestra las diferencias de la serie histórica entre el inventario utilizado de base para establecer la NDC 2020 (INGEI IBA3) y el último inventario disponible (INGEI IBT1). En este caso la actualización de los potenciales de calentamiento global tiene un efecto marginal en el recálculo, excepto por las emisiones fugitivas, en donde se manifiesta un incremento de aproximadamente 12% solo por el cambio de referencia de los potenciales de calentamiento global *Assessment Report* (AR4 a AR5). Sin embargo, ha habido importantes ajustes en los factores de emisión del sector a lo largo de las actualizaciones del inventario. La última versión del inventario considera un factor de emisión país específico para los combustibles líquidos. De igual forma el INGEI

del IBA5 consideró un factor de emisión país específico para el carbón de las centrales térmicas, disminuyendo su impacto.

Para analizar el sector, se evalúan las diferencias individuales de cada categoría. A partir de estas diferencias, consideradas estables en los últimos años comparables, se calcula un desplazamiento promedio de la curva, con el cual se corrigen las proyecciones. Esta diferencia porcentual entre ambos inventarios de cada categoría se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Diferencial porcentual de emisiones de las categorías del sector energía entre el INGEI IBT1 y el INGEI IBA3.

		2014	2015	2016	Promedio
1.A.1.	Industrias de la energía	-10,3%	-10,9%	-10,2%	-10,4%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	-4,3%	-3,8%	-3,8%	-4,0%
1.A.3.	Transporte	-4,0%	-4,0%	-3,9%	-4,0%
1.A.4.	Otros sectores	1,9%	2,0%	3,1%	2,4%
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	20,6%	19,8%	17,7%	19,4%

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

La Figura 3 muestra el recálculo de la categoría 1.A.1. Industrias de la Energía. En esta categoría el impacto viene dado por el ajuste en el factor de emisión del carbón utilizado en centrales termoeléctricas. En este caso el patrón es disímil, sin embargo, se puede apreciar cierta estabilidad en la parte final del periodo.

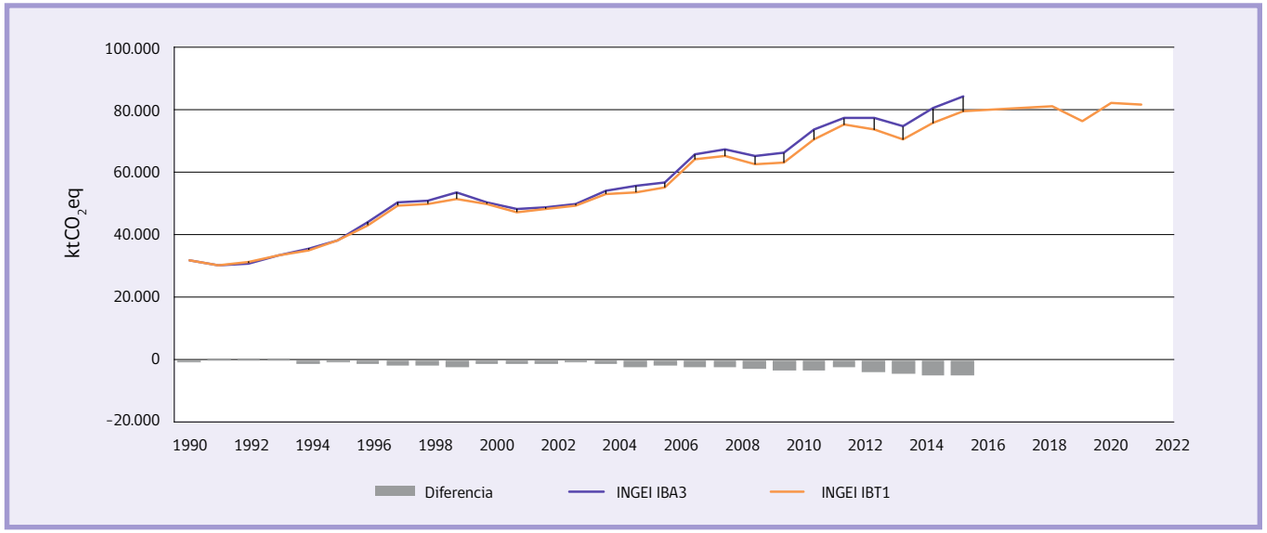


Figura 2. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Energía.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2018).

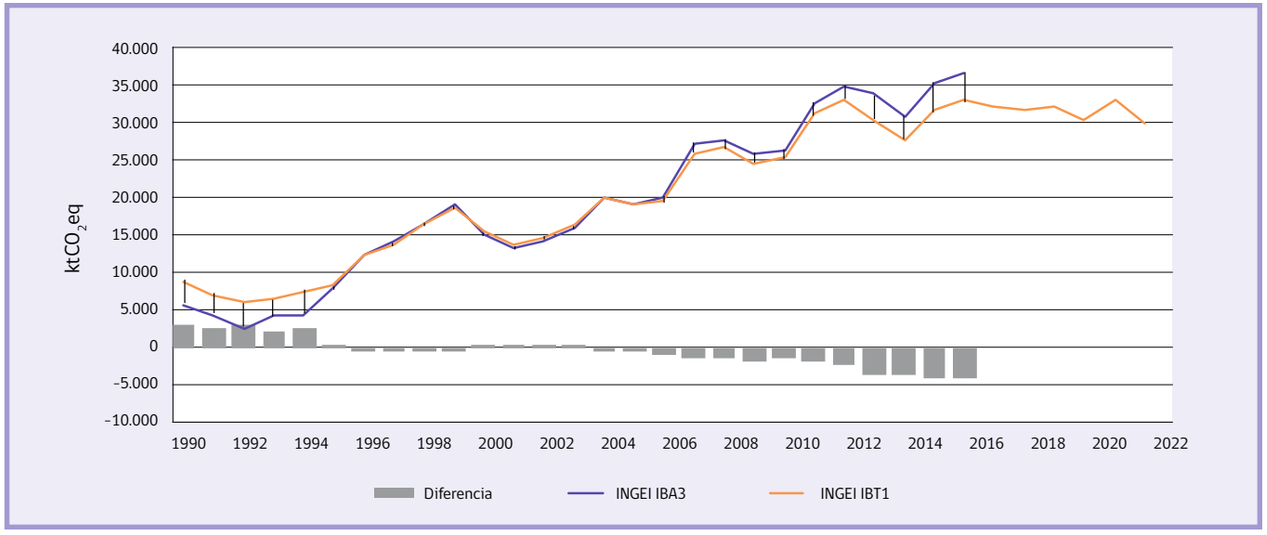


Figura 3. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Industria de la Energía.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2018).

Este mismo mecanismo de diferencias promedio entre los inventarios, se utilizó para el ajuste de las otras categorías del sector energía. En particular, esto asume que los impactos del ajuste son proporcionales, tanto para las emisiones como para las reducciones o impacto de las medidas en cada subsector. La figura más abajo, muestra el recálculo para los sectores manufactureros, transporte, otros sectores (principalmente sector residencial), y las emisiones fugitivas.

Figura 4. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Industrias Manufacturera 1.A.2 (Superior izquierda), Transportes 1.A.3. (Superior derecha), Otros Sectores 1.A.4 (Inferior izquierda) y Emisiones Fugitivas 1.B (Inferior derecha).

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2018).

3.3.2.2 IPPU

El sector IPPU ha tenido múltiples procesos de mejoras en sus fuentes de información desde el INGEI IBA3 como el refinamiento de datos de producción de cal, producción de ácido nítrico y producción petroquímica, además de importantes mejoras en los Inventarios Nacionales de Hidrofluorocarbonos. Este sector tiene una particularidad para el análisis y es que no consideró opciones de mitigación en la evaluación de la NDC lo que simplifica la aproximación. Una proyección preliminar del sector contabiliza la fracción del presupuesto en 95,1 $MtCO_2eq$ que considera que los recálculos son más significativos en las categorías Industria Química (2.B.) e Industria de los Metales (2.C.), aproximadamente un 10% menos que el presupuesto calculado el año 2020 de 105 $MtCO_2eq$.

3.3.2.3 Agricultura

El sector agricultura tiende a presentar cierta estabilidad en su desempeño climático y también desde el punto de vista de la metodología. Sin embargo, en la presente entrega sí se presentaron cambios metodológicos importantes provocados por el uso del refinamiento de las directrices del IPCC del 2019, incluyendo la utilización de los potenciales de calentamiento global AR5. Más específicamente, se pueden relevar cambios en las metodologías y/o los factores de emisión de los sistemas de tratamiento de purines.

El presupuesto de carbono del sector Agricultura calculado el año 2020 fue de 122 millones de toneladas resultado de la aplicación de las medidas de asistencia técnica para el uso de fertilizantes nitrogenados y de biodigestores para los purines porcinos las cuales mitigaban en conjunto, de acuerdo con el análisis 2020, de 0,99 $MtCO_2eq$. Para el recálculo del compromiso se evaluó el modelo actualizado metodológicamente de acuerdo con el inventario 2024 y considerando las mismas medidas del año 2020 con las mismas trayectorias de implementación. También se conservan las trayectorias esperadas de los principales drivers con la información 2020 obteniendo un presupuesto del sector de 111,4 $MtCO_2eq$.

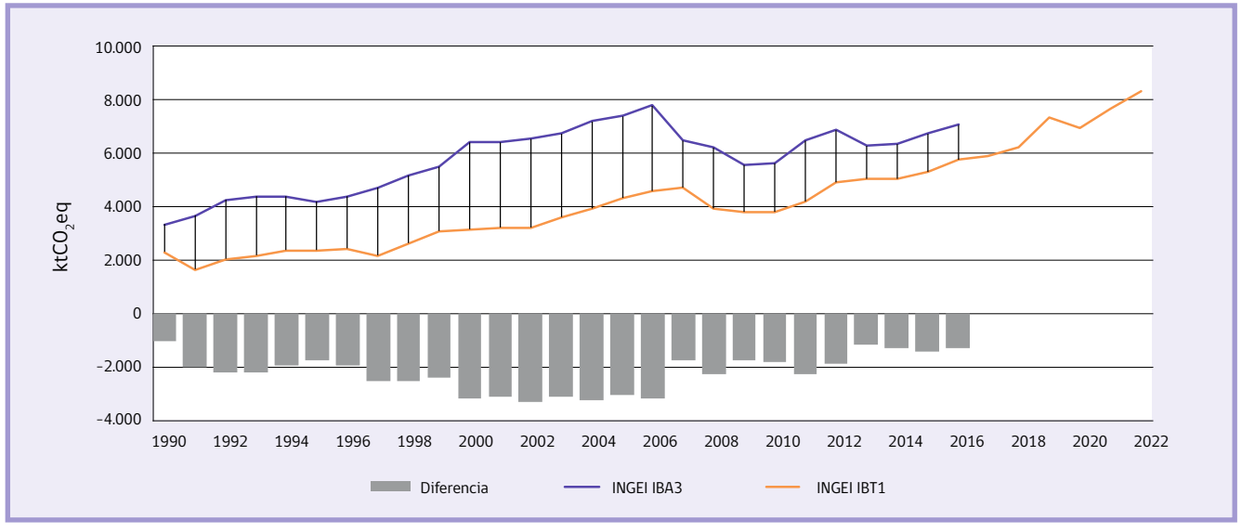


Figura 5. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector IPPU.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2018).

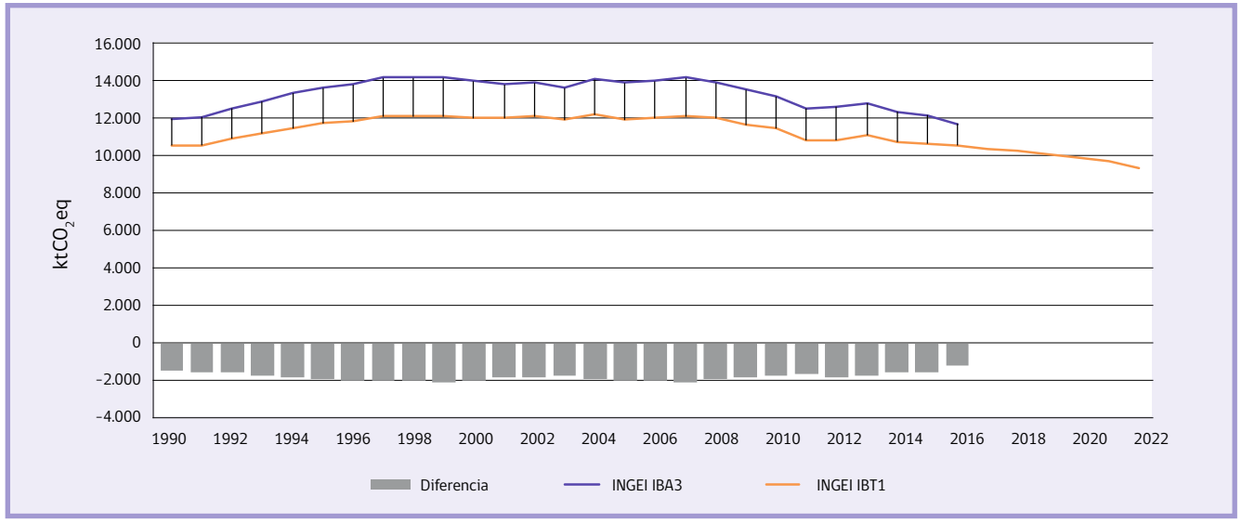


Figura 6. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Agricultura.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2018).

3.3.2.4 Sector Residuos

El sector residuos es de los casos más complejos ya que las diferencias de la información presentada por el INGEI IBT1, implica un cambio de tendencia de lo previsto en el INGEI IBA3, lo que implica proyecciones de emisiones mucho más abultadas.

Los recálculos más relevantes que provocan estas diferencias son la superación de brechas de datos de actividad tanto en la generación de residuos sólidos domiciliarios e industriales como también en el tratamiento de los residuos líquidos domiciliarios. También es relevante el uso del refinamiento de las directrices del IPCC de 2019, incluyendo la utilización de los potenciales de calentamiento global del AR5.

El presupuesto de carbono del sector Residuos calculado el año 2020, fue de 62,6 millones de toneladas resultado de la aplicación de medidas de captura o quema de emisiones de metano provenientes de rellenos sanitarios y el uso de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas las cuales en conjunto mitigaban de acuerdo con el análisis de 2019 3,8 $MtCO_2eq$. Para el recálculo del compromiso se estableció una aproximación basada en la tasa porcentual de impacto o mitigación de cada medida sobre su categoría de influencia y esta tasa se aplicó a una proyección del inventario sectorial de acuerdo con la actual metodología. Con esto se pudo estimar que considerando el esfuerzo planteado en 2020, las emisiones máximas del sector en el periodo 2020-2030 son 99,3 $MtCO_2eq$.

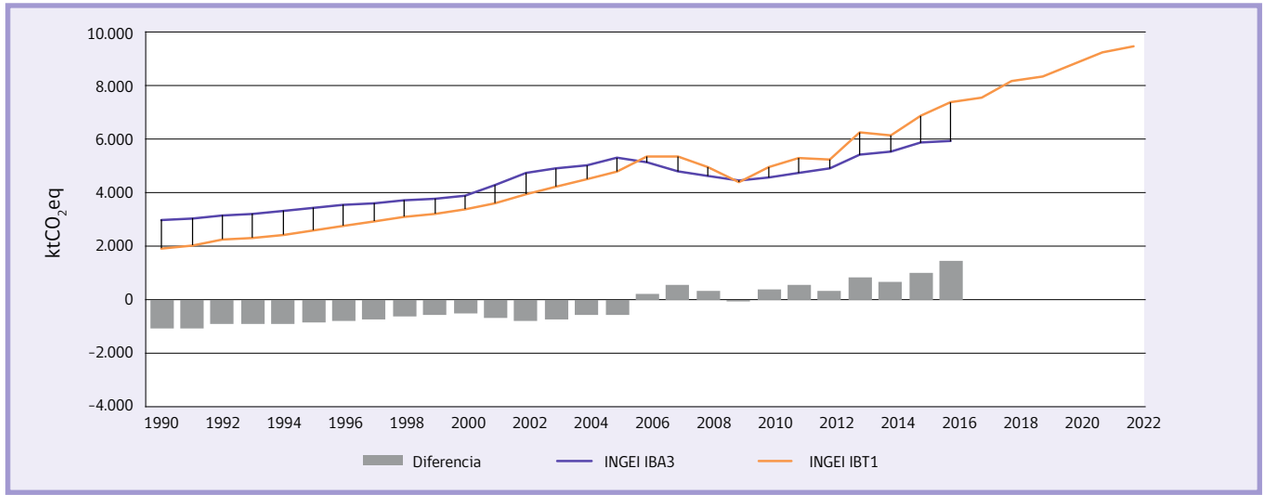


Figura 7. Recálculos entre datos del INGEI IBT1 y el INGEI IBA3. Sector Residuos.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Ministerio del Medio Ambiente (2018).

Tabla 9. Diferencial porcentual de emisiones de los sectores entre el INGEI IBT1 y el INGEI IBA3.

	NDC 2020	Revisión IBT1	
$MtCO_2eq$	2020-2030	2020-2030	Variación %
Total	1.061,2	1.044,3	-1,6%
Energía	771,5	738,4	-4,3%
Industria de la Energía	165,6	148,4	-10,4%
Industria Manufacturera	224,9	215,9	-4,0%
Transporte	278,0	266,9	-4,0%
Otros	92,4	94,6	2,4%
Emisiones fugitivas	10,5	12,6	19,4%
IPPU	105,0	95,1	-9,4%
Agricultura	122,0	111,4	-8,7%
Residuos	62,6	99,3	58,7%

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Una de las principales conclusiones, es que el impacto de los recálculos no es significativo en el agregado nacional, pero la sectorialización sí tiene importantes impactos. El caso del sector residuos es emblemático, y la prospectiva del sector es muy distinta a la que se pudo analizar en el INGEI 3IBA[20]. En segundo lugar, las Industrias de la energía presentan una importante disminución de la estimación de emisiones de la serie, lo que balancea el impacto del sector Residuos.

Si bien este análisis pretende evaluar los impactos de los ajustes metodológicos y no representa un insumo para los instrumentos de gestión de cambio climático nacionales, es importante tener en consideración las diferencias entre el inventario y las metas asociadas a emisiones de GEI.

[20] Ministerio del Medio Ambiente (2018)

3.4 POLÍTICAS, MEDIDAS, ACCIONES Y PLANES DE MITIGACIÓN, INCLUIDOS AQUELLOS CON BENEFICIOS SECUNDARIOS DE MITIGACIÓN DERIVADOS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y/O PLANES DE DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA, RELACIONADOS CON LA APLICACIÓN Y EL CUMPLIMIENTO DE UNA CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 4 DEL ACUERDO DE PARÍS

La presente sección entrega información sobre las acciones, políticas y medidas orientadas a la aplicación y el cumplimiento de la CDN, en conformidad a lo dispuesto en las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPD) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) para las medidas de mitigación. Se centran los esfuerzos en reportar las medidas de mitigación previstas, aplicadas y aprobadas a nivel sectorial, puesto que son las medidas que contribuyen directamente al logro de las metas de mitigación del país, acorde a lo dispuesto en la ECLP.

En vista que el Primer Informe Bienal de Transparencia (1IBT) implica una transición metodológica en la manera de reportar los esfuerzos en materia de mitigación, es relevante revisar los principales elementos diferenciadores con los anteriores Informes Bienales de Actualización (IBA).

En los IBA se reportaban medidas, acciones y políticas de mitigación de manera indistinta, a excepción del 5IBA[21], en donde se logró diferenciar estos conceptos, reportando "medidas habilitantes" y "medidas de mitigación". Las "medidas habilitantes" se definieron como "toda actividad que genere condiciones habilitadoras para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, que conllevan a una reducción de emisiones pero que podrían no ser directamente cuantificables en términos de la reducción de emisiones que generan. En esta categoría se encuentran, por ejemplo: leyes, reglamentos, estrategias", mientras que las "medidas de mitigación" se han definido como "una acción, medida o proceso orientado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, o restringir el uso de dichos gases como refrigerantes, aislantes o en procesos industriales, entre otros, o a incrementar los sumideros de dichos gases, con el fin de limitar los efectos adversos del cambio climático. Las acciones de mitigación deben ser cuantificables en términos de la reducción de emisiones que generan, y se pueden clasificar en: acciones que afectan los niveles de actividad, acciones que afectan el factor de emisión, acciones que afectan las eficiencias de captura". Tanto las medidas habilitantes y de mitigación se reportaron de manera descriptiva y tabular.

A partir del 1IBT, la denominada "medida habilitante" pasará a denominarse "medio de implementación". La Ley N°21.455, Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), define un medio de implementación como "la acción, medida o proceso del ámbito institucional o normativo, para el desarrollo y transferencia de tecnología, creación y fortalecimiento de capacidades y financiamiento, entre otros, que se requieran para la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático". El estado de los medios de implementación en el presente informe será reportado por las autoridades sectoriales solo en formato descriptivo.

Las medidas de mitigación reportadas en esta sección se definen de la misma manera que en el último Informe Bienal y corresponden a medidas que han sido implementadas por las autoridades sectoriales de mitigación. Las autoridades sectoriales son señaladas en el artículo 17 de la LMCC, y corresponden a aquellas que en materia de cambio climático "tienen competencia sobre aquellos sectores que representan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero o la mayor vulnerabilidad al cambio climático en el país". En el caso de los esfuerzos de mitigación, las autoridades sectoriales corresponden a los Ministerios de Energía, Transportes y Telecomunicaciones, Minería, Salud, Agricultura, Obras Públicas y Vivienda y Urbanismo. Dichos Ministerios deben cumplir con la responsabilidad de elaborar e implementar Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) del Cambio Climático.

Los PSM corresponden a un instrumento de gestión del cambio climático mandatados en el artículo 8 de la LMCC, los que *"establecerán el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber gases de efecto invernadero, de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad sectorial en la Estrategia Climática de Largo Plazo"*. En el momento de recopilación de información para el 1IBT, los PSM se encontraban en proceso de elaboración, por lo que desde el 2IBT, el reporte de medidas de mitigación incluirá también aquellas que se definan en dichos planes y que hayan sido implementadas hasta el momento del reporte. No obstante, las autoridades sectoriales presentan un breve resumen del estado de elaboración de los PSM, acciones respecto de su responsabilidad como coadyuvantes en otros PSM. Al mismo tiempo, algunas autoridades sectoriales presentan medidas de mitigación que posiblemente serán incorporadas de manera oficial en cada PSM. Por lo tanto, parte de la información reportada en esta sección, señala el estado de avance de cada PSM al momento de realizar el presente informe.

Según lo establecido anteriormente, esta sección presenta las políticas y medidas de mitigación en diseño, previstas, aprobadas y aplicadas que contribuyen a la reducción de las emisiones de GEI a nivel sectorial. La definición de los estados mencionados se realiza considerando los siguientes criterios: una medida o medio de implementación en diseño está siendo discutido y está en proceso de definición; una medida prevista es aquella que se ha oficializado de parte de la autoridad sectorial u otra institución, pero que aún no inicia su implementación; una medida aprobada es la que se encuentra en proceso de implementación; y una medida aplicada es aquella cuyo proceso de implementación ha culminado. El estado "en diseño" aplica solamente a los medios

[21] Ministerio del Medio Ambiente (2022a).

de implementación, y no a las medidas de mitigación. El estado de las medidas de mitigación que se reporta en este capítulo -prevista, aprobada, aplicada- utiliza la terminología que proviene de las MPD .

A partir del año 2024, la metodología de reporte de información sobre las medidas de mitigación incluye estimaciones de las reducciones de emisiones de GEI logradas y proyectadas para algunas de estas medidas. Estas estimaciones y descripción de dichas medidas se presentan en formato tabular en la CTF 5, según lo mandatado por el Anexo de las MPD. El detalle de la metodología de cálculo de reducción de emisiones GEI se presenta en el "Anexo 1: Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación" *(Anexo 1 del Capítulo 3)*. Los medios de implementación se describen en este subcapítulo en formato narrativo.

A continuación, para cada autoridad sectorial de mitigación se describe el estado de desarrollo o progreso de sus medios de implementación, incluyendo aquellos reportados en el 5IBA y los nuevos medios implementados hasta el año 2024. Se incluirá, adicionalmente, información sobre procesos de gobernanza y arreglos institucionales con énfasis en cambio climático realizados por cada autoridad sectorial, informaciones sobre sus procesos de elaboración de los PSM, y un resumen de las medidas de mitigación.

3.4.1 Medidas de mitigación de las autoridades sectoriales de mitigación

3.4.1.1 Ministerio de Energía

En el sector energético, el rol normativo, regulatorio y fiscalizador lo ejerce el Estado a través del Ministerio de Energía y sus instituciones dependientes o relacionadas, mientras que el sector privado es el responsable de materializar la mayoría de las inversiones, en el marco de una regulación que busca promover la competencia y precios justos hacia la sociedad. El Ministerio de Energía es el encargado de elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energía, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas a energía. A nivel institucional, se describen las principales divisiones relacionadas a materias de cambio climático y reducción de emisiones de GEI dentro del Ministerio de Energía:

- División de Planificación Estratégica y Desarrollo Sustentable: tiene como objetivo generar y proveer información estratégica para el Ministerio y desarrollar análisis en temas de energía, medio ambiente, territorio y cambio climático. Dentro de sus funciones se encuentran el promover una matriz energética nacional resiliente y baja en emisiones globales y locales; fomentar los instrumentos que faciliten esta transición, como los instrumentos económicos y de mercado de carbono; llevar a cabo la actualización de la Política Energética Nacional; coordinar y llevar las relaciones del Ministerio en temas de cambio climático; elaborar el inventario de GEI del sector Energía y elaborar la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP), entre otros. En esta división se aloja la Unidad de Cambio Climático y Precio al Carbono.
- División de Combustibles y Nuevos Energéticos: la Unidad de Nuevos Energéticos tiene como objetivo desarrollar políticas públicas para acelerar la transición energética a una economía baja en carbono en los sectores de actual producción y consumo de hidrocarburos. Esto a través del desarrollo y coordinación de políticas, programas, proyectos e iniciativas que promuevan la producción, y uso de hidrógeno y energéticos a partir del hidrógeno.
- División de Energías Sostenibles: esta tiene como objetivo fundamental contribuir a la elaboración, desarrollo e implementación de políticas públicas que propicien un desarrollo energético sostenible y eficiente. En temas tales como las energías renovables, la eficiencia energética y el transporte eficiente, enfocado en el bienestar social, económico y ambiental del país.

Foto: Bryan Contreras

Evolución del sector: Balance Nacional de Energía e inversiones energéticas

Durante 2022, el consumo energético en el país alcanzó las 327.696,13 Tcal, en donde las principales fuentes de energía fueron los derivados del petróleo con un 55,7% del total, seguido de electricidad con 21,9%, en tercer lugar, biomasa con un 14,3% (Figura 8).

La distribución de este consumo energético, tal como se puede apreciar en la Figura 9, se ha mantenido estable en su composición sectorial, donde para el año 2022 un 40% de la energía fue consumida por el sector industrial y minero, un 33% por el sector transporte y un 23% por el sector comercial, público y residencial.

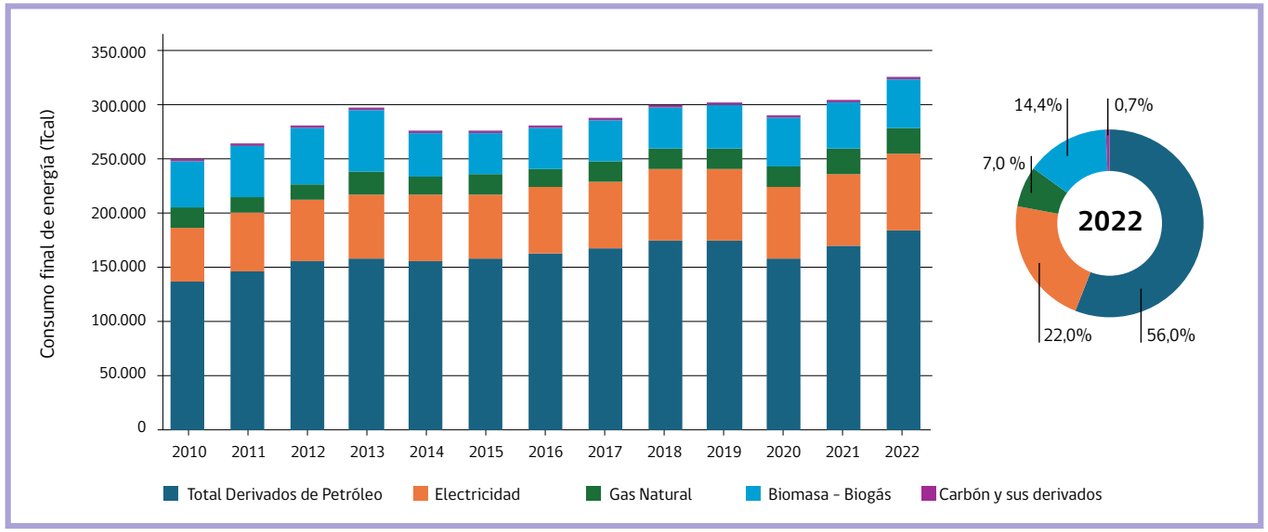


Figura 8. Consumo final de energía nacional, en unidades de Tcal, por fuente energética secundaria, serie 2010-2022.

Fuente: Ministerio de Energía (2022b).

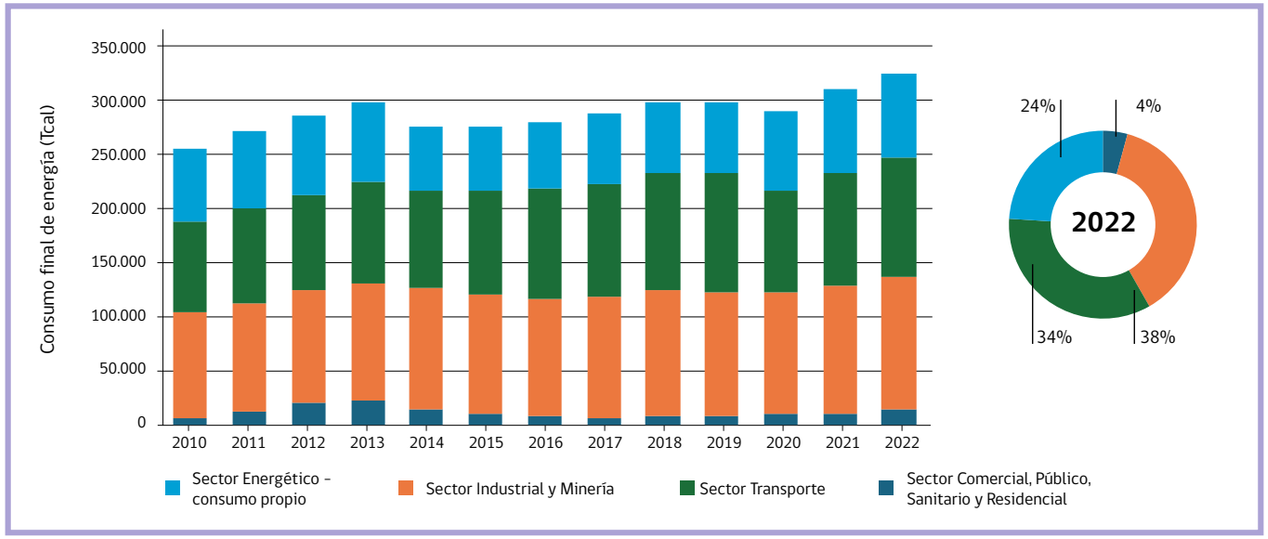


Figura 9. Consumo final de energía, en unidades de Tcal, por sectores, serie 2010-2022.

Fuente: Ministerio de Energía (2022b).

La capacidad total neta instalada en operación del país alcanzó los 33.205 MW al mes de diciembre de 2023, de los cuales el 63,4% está constituido por fuentes renovables y el 42,8% por ERNC[22],[23],[24]. Más del 35% corresponde a instalaciones termoeléctricas (12.143 MW), distribuidas en carbón (4.210 MW), gas natural (3.874 MW), petróleo (4.042 MW) y cogeneración (18 MW). El porcentaje restante lo ocupan las instalaciones de carácter renovable convencional (6.834 MW) y renovables no convencionales (14.227 MW).

A su vez, hasta finales del 2023, la entrada en operación de nuevas centrales (Figura 11) tuvo un cambio en la tendencia al alza que se venía desarrollando desde 2018, observando una baja en la cantidad de nuevas instalaciones respecto del año 2022. Esto se tradujo en un acumulado de 2.442 MW asociados a nuevas instalaciones para 2023 (mayormente asociados a parques fotovoltaicos), cifra similar a la expresada a fines del año 2021.

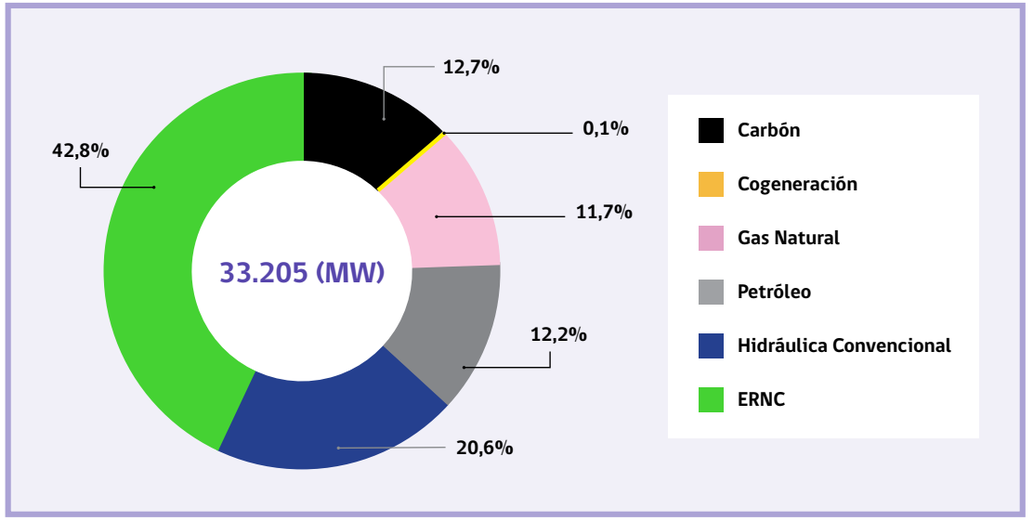


Figura 10.
Capacidad instalada de Chile a diciembre de 2023, en unidades de MW (considera los sistemas eléctricos SEN, Aysén y Magallanes).
Fuente: Comisión Nacional de Energía (2024)

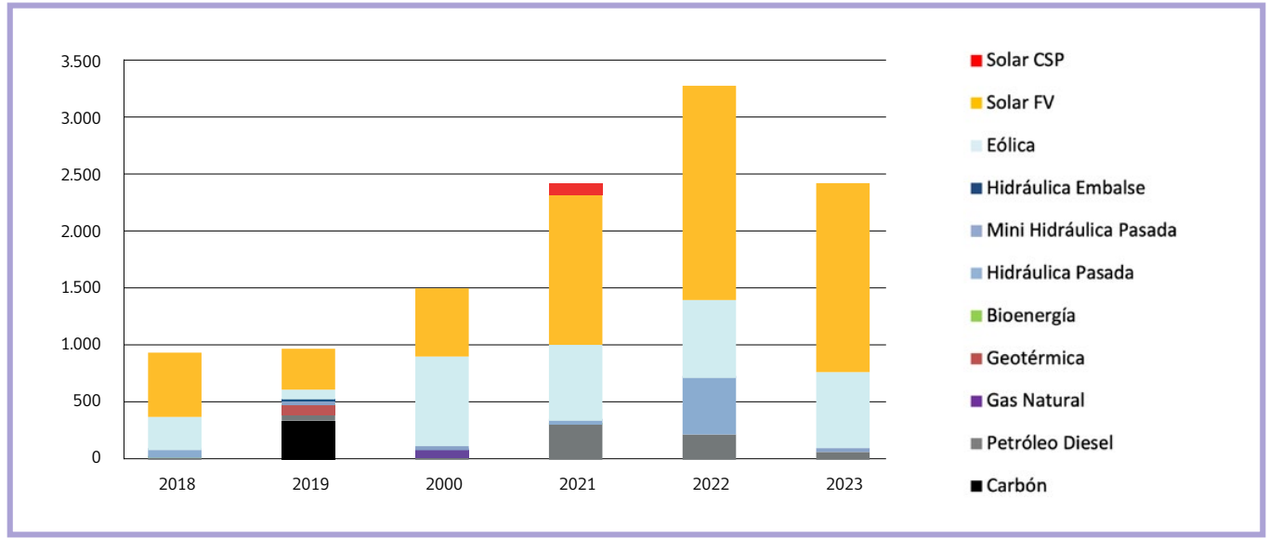


Figura 11. Nuevas instalaciones en operación 2018-2023.
Fuente: Comisión Nacional de Energía (2024)

[22] Coordinador Eléctrico Nacional (2024)
[23] Comisión Nacional de Energía (2024)
[24] Antecedentes elaborados en 2023 por el Ministerio de Energía sobre la base de información provista por empresas eléctricas y Secretarías Regionales Ministeriales de Energía.

Participación de las energías renovables en la matriz de generación eléctrica

En cuanto a la participación de generación renovable, en el periodo 1996 a 2023 fue de un 46% en promedio. Luego, esta participación ha tenido una notable alza a la fecha, comenzando con un 58% en 1996 y terminando en un 63% en 2023. Entre los años 2010-2013 la generación renovable presentó una baja pronunciada, sin embargo, a partir del 2014 se ha visto un incremento, impulsado principalmente por las tecnologías fotovoltaica y eólica, incluso considerando el bajo aporte hídrico producto de la sequía (Figura 12). El año 2022 estuvo marcado por las crisis de los precios de la energía, el aumento de la inflación y las perturbaciones de los flujos comerciales de combustibles tradicionales, en donde el crecimiento de las emisiones fue menor de lo que se esperaba. Esto debido principalmente al retiro de centrales a carbón y al incremento en la participación de las fuentes ERNC (solar, eólica, hidro y geotermia) junto con el retorno del gas natural para la generación eléctrica, lo que permitió disminuir la dependencia hacia el carbón. Además, es posible apreciar cómo el diésel va disminuyendo cada vez más su participación, motivado por el ingreso de fuentes renovables y a su alto precio frente a otras alternativas fósiles (como el gas natural), salvo en el año 2021, donde hubo un fuerte incremento en su uso, debido a una disminución en la oferta de gas natural.

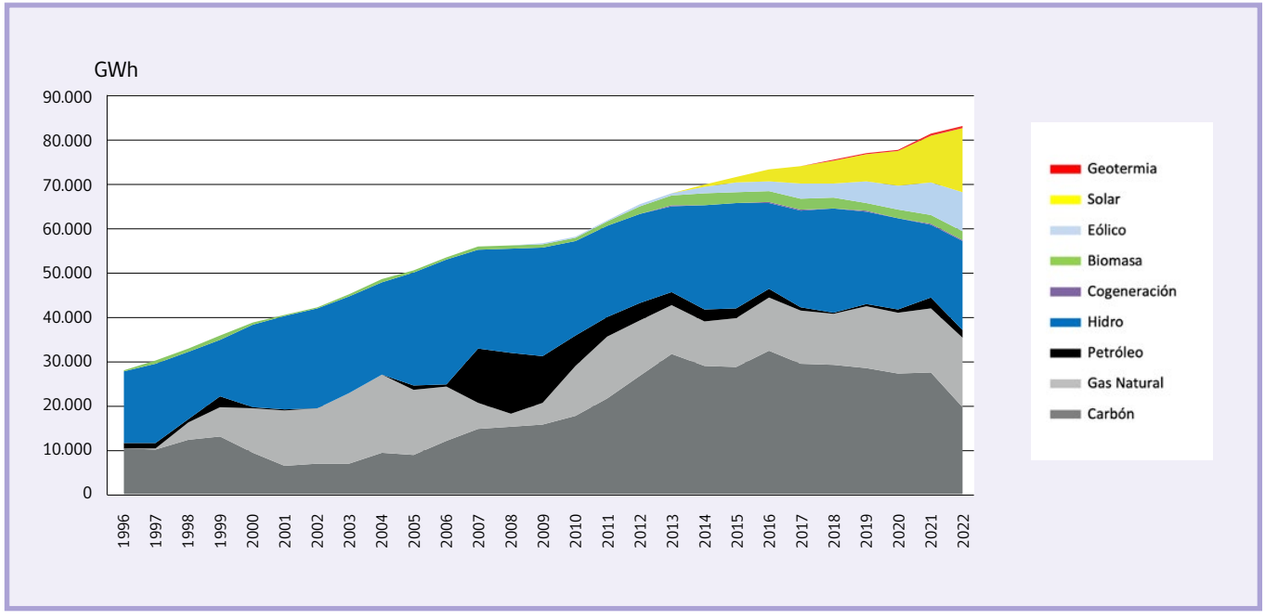


Figura 12. Evolución de matriz de generación eléctrica en unidades de GWh de Chile entre los años 1996 -2022.
Fuente: Comisión Nacional de Energía (2024).

Energía descentralizada: Avances y futuro de la generación distribuida

Adicionalmente, se están realizando esfuerzos para aumentar la generación distribuida, para de esta forma apoyar la descarbonización de la matriz energética y aumentar los índices de seguridad energética. Una acción específica es la Ley de Net Billing o Ley de generación distribuida, que en un principio permitía la instalación de autogeneración de sistemas basados en energías renovables de hasta 100 kW y que en una modificación reciente se aumentó dicho límite a 300 kW de potencia instalada. Desde junio de 2024, se han establecido mesas de trabajo con la industria y gremios, con la finalidad de buscar perfeccionamientos reglamentarios. Se espera presentar los borradores de las reformas reglamentarias durante el año 2024. A continuación, se muestra la evolución de la cantidad y capacidad de estos sistemas en Chile (Figura 13 y Figura 14).

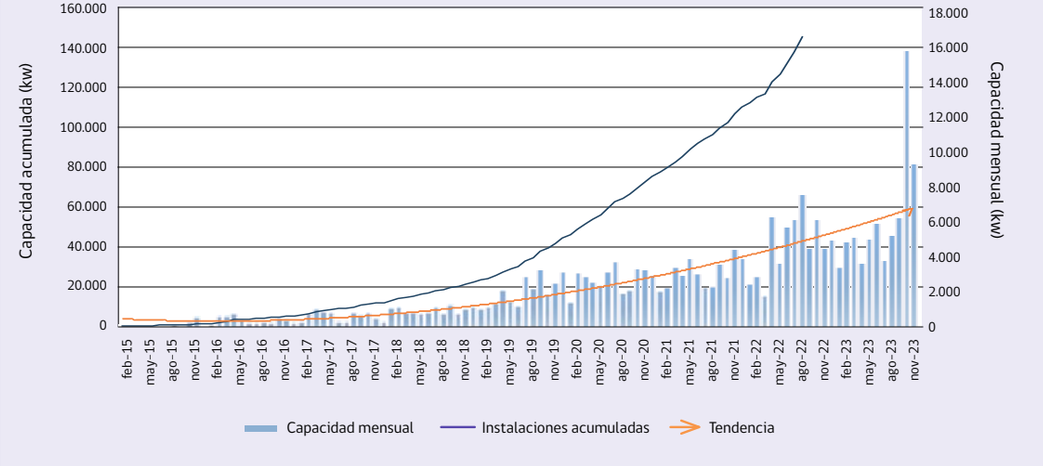


Figura 13. Evolución de la capacidad en kW de instalaciones de Sistemas Fotovoltaicos Distribuidos (Net Billing).
Fuente: elaboración propia, Ministerio de Energía, con datos provistos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

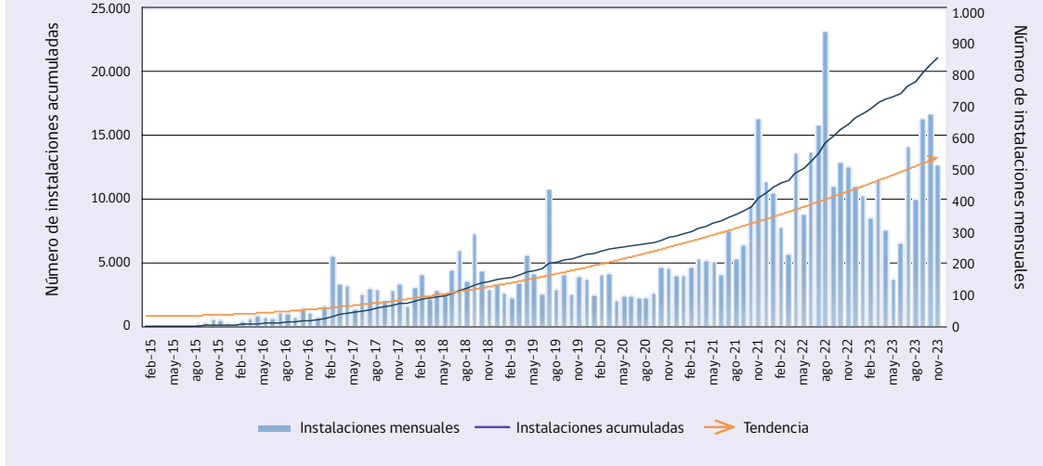
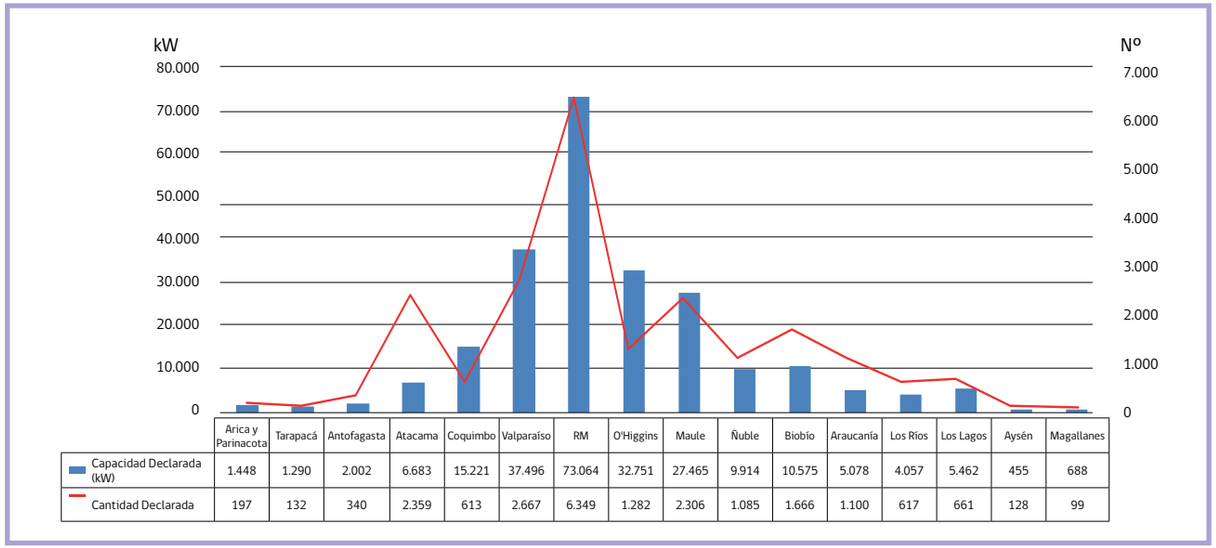


Figura 14. Evolución de cantidad de instalaciones de Sistemas Fotovoltaicos Distribuidos (Net Billing).
Fuente: elaboración propia, Ministerio de Energía, con datos provistos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Al 31 de diciembre de 2023 la cantidad de sistemas de autogeneración conectados a la red ascendieron a la suma de 21.601 sistemas, los que completan una capacidad total de 233.650 kW, con la distribución regional que se ve en la Figura 15.



	Arica y Parinacota	Tarapacá	Antofagasta	Atacama	Coquimbo	Valparaíso	RM	O'Higgins	Maule	Ñuble	Biobío	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Aysén	Magallanes
Capacidad Declarada (kW)	1.448	1.290	2.002	6.683	15.221	37.496	73.064	32.751	27.465	9.914	10.575	5.078	4.057	5.462	455	688
Cantidad Declarada	197	132	340	2.359	613	2.667	6.349	1.282	2.306	1.085	1.666	1.100	617	661	128	99

Figura 15. Sistemas de autogeneración declarados por región a diciembre 2023.
Fuente: elaboración propia, Ministerio de Energía, con datos provistos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Visión y lineamientos estratégicos: Política Energética Nacional

A fines de 2015, el Ministerio de Energía publicó la Política Energética Nacional de Chile de largo plazo, que es considerada la primera política energética de Estado. Esta Política se considera pionera a nivel nacional, pues se construyó de manera participativa, generando consensos y estableciendo claramente el rol del Estado en la coordinación y planificación del desarrollo del sector energía. En ella se plasmó la visión de un desarrollo energético sustentable para el país y el fuerte interés por la utilización de energías renovables.

En los últimos años han ocurrido notables cambios en Chile y el mundo, en donde la preocupación por el medio ambiente y por la calidad de vida de las personas ha tomado un nuevo ímpetu. Un ejemplo de ello es el compromiso internacional que ha adquirido el país: ser carbono neutral antes del año 2050, lo que además ha quedado incorporado explícitamente en la LMCC. Este compromiso permite contribuir a la lucha contra la crisis climática, pero además permite mejorar las condiciones de vida de la ciudadanía, pues mejora la calidad de vida de las ciudades. La energía como sector tiene un rol fundamental en este proceso; una oportunidad única de pasar de ser el sector responsable de la mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero del país, a un sector modelo en la incorporación de todas las dimensiones de la sustentabilidad y de poner a las personas en el centro de las políticas públicas asociadas.

Uno de los compromisos de la Política Energética fue conducir cada 5 años un proceso participativo para actualizarla. De esta manera se incorpora en ella una visión actualizada de la sociedad sobre el desarrollo energético, que considere sus prioridades y el nuevo contexto nacional e internacional, asegurando que continúe siendo una guía validada y pertinente para el desarrollo del sector.

En marzo de 2022, concluyó un largo proceso de diálogo para actualizar la Política Energética[25], convocando por un periodo de 2 años a diversos actores ciudadanos, y expertos del sector público, de las empresas y de organizaciones de la sociedad civil. En esta Política se actualizó la visión de largo plazo del sector, incorporando una visión compartida para evolucionar hacia un sector sustentable, eficiente, inclusivo, resiliente, accesible y respetuoso de los derechos humanos y de la diversidad de culturas de nuestro territorio. Con estos fundamentos y principios que acompañarán la transición energética, se propone que la energía impulse el desarrollo sustentable y equitativo del país, que nos permita vivir mejor y que ponga en el centro el bienestar de las personas y sus comunidades en los diferentes territorios del país.

La motivación de cada uno de los compromisos, anhelos y desafíos de la Política Energética inspiran tres grandes propósitos que responden a los cambios que se espera alcanzar para el sector energético:

1. Primer Propósito: protagonistas de la ambición climática.
2. Segundo Propósito: energía para una mejor calidad de vida.
3. Tercer Propósito: nueva identidad productiva para Chile.

Estos propósitos se sostienen en dos pilares esenciales, que habilitan las transformaciones necesarias que se quieren lograr:

- Primer Pilar – Sistema energético resiliente y eficiente.
- Segundo Pilar – Cambiando la forma de hacer políticas públicas.

Figura 16.
Visión de futuro para la energía.
Fuente: Ministerio de Energía (2022c).

[25] Ministerio de Energía (2022c)

Acciones estratégicas de corto plazo: Agenda de Energía 2022-2026

Como herramienta complementaria y con un horizonte de corto plazo, el Ministerio de Energía elaboró la Agenda de Energía 2022-2026[26]. Esta Agenda se ha construido de manera participativa sobre el trabajo que el Ministerio de Energía ya ha venido realizando, poniendo énfasis en las prioridades del programa del nuevo Gobierno, como lo son la transición energética justa y la descarbonización, la seguridad de suministro energético, la descentralización y democratización de la energía, el enfoque de género y el acceso equitativo para afrontar la vulnerabilidad energética. La Agenda se enmarca en la visión de largo plazo que posee el sector, y se enfoca en definir cuáles son las acciones de corto plazo que se deben adoptar para comenzar a implementar los compromisos establecidos en la Política Energética.

Durante el mes de abril de 2022 se llevó a cabo un proceso participativo en todas las regiones del país con el objetivo de profundizar en aquellas áreas en las que aún es necesario identificar urgencias y definir prioridades en conjunto con la ciudadanía. En estos diálogos ciudadanos participaron personas provenientes de todos los sectores del país, incluyendo al sector público y privado, al mundo académico, ONG, juntas de vecinos, gremios y personas provenientes de comunidades y de pueblos indígenas.

En base a todos estos insumos, en agosto de 2022 el Ministerio de Energía presentó la Agenda de Energía para el periodo de gobierno 2022-2026 y en los meses posteriores, se establecieron agendas regionales para potenciar la descentralización.

Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía:

El Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía es un instrumento mandatado por la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N°21.455), fundamental para avanzar en el cumplimiento de la meta de carbono neutralidad a más tardar en 2050, así como el objetivo de ser un país resiliente y con una alta capacidad adaptativa. Durante el mes de febrero de 2024, el Ministerio de Energía dio inicio formal al procedimiento de elaboración del Plan, contando con 280 días hábiles para poder construir y publicarlo. Dentro del proceso de construcción del mismo, se han contemplado una serie de instancias participativas de carácter virtual y presencial en la mayoría de las regiones del país, así como un proceso participativo diferenciado para pueblos indígenas.

En la primera versión del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación del Sector Energía, se contempla un horizonte temporal de corto plazo con miras a alcanzar los compromisos al 2030, un año que es vital debido a que marca las metas intermedias en el camino hacia los compromisos al 2050, alineados con el Acuerdo de París mediante la NDC de Chile y el respectivo presupuesto sectorial de carbono para la presente década. Adicionalmente, el Plan Sectorial busca relevar la importancia del sector energético en el desafío de descarbonizar la economía nacional, permitiendo avanzar hacia un desarrollo sostenible y basado en un equilibrio armónico entre la economía, el territorio, el medioambiente y la sociedad. Este plan cuenta con cuatro pilares que lo sustentan en su visión técnica y estratégica:

1. Reconversión productiva: transición energética como uno de los pilares hacia un desarrollo sostenible, con énfasis en la promoción de industria no contaminante.
2. Infraestructura resiliente y habilitante: reconocimiento del rol fundamental y crítico que desempeñan tecnologías e infraestructuras que son necesarias para alcanzar las metas de carbono neutralidad y resiliencia climática.
3. Combustibles de transición: rol que pueden cumplir algunos energéticos, como los combustibles renovables o combustibles mixtos, en la disminución de emisiones y fortalecimiento de la seguridad del sistema con miras al 2030.
4. Financiamiento para la descarbonización: urgencia de asegurar el financiamiento de las nuevas inversiones a través de un mix robusto entre fondos públicos, privados, provenientes de la banca multilateral, instrumentos financieros y de precio al carbono, mecanismos cooperativos, acceso a fondos climáticos, entre otros.

Estos pilares permiten alinear los desafíos más actualizados del sector energético con los objetivos y metas del sector que fueron anteriormente comprometidos en la ECLP, y de los cuales se debe hacer cargo este Plan Sectorial.

Otros instrumentos estratégicos del sector

En paralelo a la actualización de la Política Energética Nacional a 2050 y a la construcción de la Agenda de Energía 2022-2026, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo otros procesos que complementan la Política y persiguen los mismos objetivos de sostenibilidad, como la planificación para la Carbono Neutralidad; la Estrategia de Transición Justa y Sustentable en el sector energía, que busca compatibilizar la transición energética con los ámbitos sociales, laborales y ambientales asociados a ella, y que en un principio abordará el desafío del retiro de centrales a carbón, pero que luego servirá como base para otras transformaciones necesarias del sector; la Estrategia de Energías Renovables en

[26] Ministerio de Energía (2022a)

Foto: Nicolás Smith D.

el sector de Calor y Frío; la Estrategia de Nacional de Hidrógeno Verde; el Plan Nacional de Eficiencia Energética; la Estrategia Nacional de Electromovilidad, y la Estrategia de Instrumentos Económicos para la Transición Energética, entre otras.

A modo de corolario, enmarcados en los dos instrumentos de gestión pública, uno con mirada de corto plazo, como es la Agenda de Energía 2022-2026 y otro con una visión de largo plazo, denominada Política Energética Nacional, se están llevando a cabo diversas iniciativas tendientes a la reducción de emisiones de GEI, como también a la adaptación al cambio climático del sector energía:

- **Plan de Acción Hidrógeno Verde**

El Plan de Acción 2023-2030 de Hidrógeno Verde[27] definirá la hoja de ruta para el despliegue de esta industria, conciliando el desarrollo económico con el respeto por el medio ambiente, el territorio y las comunidades.

El Plan de Acción Nacional de Hidrógeno Verde 2023-2030 ha contemplado un despliegue participativo a lo largo del país, relevando el rol de políticas públicas robustas y con visión de Estado construidas con miradas diversas frente a los desafíos a los que nos enfrentamos. La construcción de este Plan busca contribuir con la descarbonización energética nacional para alcanzar la meta legal de ser un país carbono neutral y resiliente antes de 2050. Junto a ello, y aprovechando la extensa cadena de valor del hidrógeno, se busca industrializar la economía nacional mediante una reconversión productiva y laboral en los distintos territorios del país, en el contexto de una transición energética acelerada y justa, acompañando el recambio de industrias contaminantes hacia industrias sostenibles.

- **Estrategia de Electromovilidad**

La Estrategia Nacional de Electromovilidad[28] impulsada por el Ministerio de Energía[29], es una política de Estado que establece una hoja de ruta para desarrollar un transporte sostenible con beneficios directos para la ciudadanía. Esta estrategia enfrenta nuevos desafíos al promover vehículos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, proporcionando lineamientos para una movilidad eléctrica segura y sostenible. Además, establece metas ambiciosas alineadas con estrategias nacionales e internacionales para acelerar la adopción de la electromovilidad en el país.

La Estrategia contribuirá a reducir las emisiones de GEI en el transporte terrestre mediante el uso de energía proveniente de una matriz con mayor participación de fuentes renovables. La actualización de 2021 establece cuatro ejes de acción y 51 medidas, con metas como que, para 2035, el 100% de las ventas de vehículos livianos y medianos sean eléctricos.

- **Planificación Energética de Largo Plazo**

Este proceso es liderado por el Ministerio de Energía y su principal objetivo es proyectar el futuro energético del país en un horizonte de 30 años. Para ello, nuestra tarea es definir distintos escenarios energéticos de largo plazo que muestren caminos alternativos de desarrollo de nuestra matriz energética.

Los escenarios energéticos son fundamentales para múltiples funciones, permiten una mejor planificación de la infraestructura necesaria para alcanzar las metas y compromisos que tenemos en Chile, como la carbono neutralidad y el retiro de las centrales a carbón. Además, son importantes para continuar con la integración masiva de energías renovables, orientar a los diversos sectores del país respecto de las alternativas energéticas más limpias, junto con anticipar situaciones y poder contar con un sistema energético confiable.

[27] Ministerio de Energía (2024)

[28] Ministerio de Energía (2021a)
[29] Plataforma de Electromovilidad: https://energia.gob.cl/electromovilidad

- **Certificación de ahorros de proyectos energéticos**

La CAPE está diseñada para que empresas, instituciones, organismos o similares, que cuenten con proyectos energéticos en sus instalaciones, puedan validar mediante una metodología estandarizada las reducciones de consumo reales como consecuencia de su implementación. La CAPE considera la revisión de una tercera parte que valida la información utilizada para la determinación de los ahorros y emisiones mitigadas, además de contar con una herramienta web que minimiza los costos operacionales de reporte. La metodología se basa en el Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, en sus siglas en inglés). A marzo de 2024, se han certificado 13 proyectos y otros 11 se han pre certificado.

- **Incrementar la flexibilidad del sistema eléctrico**

Producto de la multiplicidad de alternativas de soluciones para proveer mayor flexibilidad a los sistemas eléctricos, el Ministerio de Energía determinó elaborar una Estrategia de Flexibilidad cuyo objetivo es definir un conjunto de acciones para disponer de señales de mercado y procesos, que permitan el desarrollo y la utilización de la flexibilidad requerida en el Sistema Eléctrico Nacional, para que este se desarrolle de forma segura, eficiente y sostenible. En ese sentido, el principal resultado de esta Estrategia de Flexibilidad es un plan de trabajo con medidas de acción que serán implementadas en el corto y mediano plazo para cumplir dicho objetivo. El objetivo de esta Estrategia será reforzado con el Plan de Descarbonización, actualmente en diseño.

- **Plataforma de información pública sobre energías renovables**

A la fecha, se ha avanzado en la mantención de servidor y servicios asociados a la plataforma Exploradores de Energía disponibles de manera libre y gratuita, con cerca de 200.000 sesiones al año. Durante el periodo, entre los principales avances se puede mencionar la implementación de la herramienta "Climatiza tu hogar", para asesorar a los hogares en la mejor alternativa para climatizarlos, el desarrollo del explorador de Hidrógeno Verde, el desarrollo del explorador de cambio climático para ver el impacto de este último en recursos solares, eólicos y fotovoltaicos; también, se avanzó en "Ciudad Solar" para determinar potenciales de generación fotovoltaica en grandes escalas (nivel de ciudades), se implementó una calculadora para evaluar sistemas solares térmicos a nivel industrial y el explorador de bombas de calor geotérmicas en dos regiones del país. Se han mejorado y renovado los exploradores de energía renovable[30], que ahora también incorporan herramientas para usos térmicos a nivel residencial.

- **Desarrollo de proyectos de tecnologías emergentes: Geotermia**

En colaboración con SERNAGEOMIN, se han elaborado mapas de favorabilidad de recursos geotérmicos de baja entalpía para las regiones de Aysén, Los Lagos y Los Ríos. Además, se ha confeccionado un explorador de bombas de calor geotérmicas, el cual integra toda la información recopilada por SERNAGEOMIN.

En la Región de Los Lagos, se han construido sistemas de calefacción basados en bombas de calor geotérmicas en dos escuelas rurales. Estos sistemas no solo mejoran el confort térmico de los estudiantes y el personal, sino que también demuestran el potencial de la energía geotérmica como una alternativa sostenible y económica para la calefacción en zonas rurales.

Finalmente, se está tramitando en el Congreso Nacional un proyecto de modificación de la Ley N°19.657 sobre concesiones geotérmicas, para hacer un trámite simplificado para aprovechamientos geotérmicos someros y facilitar su desarrollo.

- **Ley de Eficiencia Energética**

Esta Ley, busca generar los incentivos necesarios para promover el uso eficiente de energía en los sectores económicos de mayor consumo (gran industria y minería, transporte y edificaciones) y crear mayor cultura energética en toda la población. La Ley de Eficiencia Energética[31] fue promulgada el 13 de febrero de 2021 (Ley N°21.305) y a la fecha se han promulgado tres reglamentos asociados a la Ley (D.S N°12/2022, D.S N°11 y D.S N°28/2021, los tres del Ministerio de Energía).

Entre las implicancias de la Ley de Eficiencia Energética se encuentra la institucionalización de la eficiencia energética, la que

define estándares mínimos y etiquetados de artefactos y vehículos. También la Ley mandata, la gestión energética de grandes consumidores a través del Sistema de Gestión de Energía y el etiquetado de edificaciones a través de la obtención de la Calificación Energética o la gestión energética en el sector público, entre otras acciones. El Ministerio de Energía junto con la Agencia de Sostenibilidad Energética han trabajado en el desarrollo de medidas de mitigación asociadas a la implementación de esta Ley. Entre las medidas reportadas se encuentran el etiquetado de eficiencia energética y estándares mínimos artefactos, el Fomento de los Sistemas de Gestión de Energía y el desarrollo del Mercado ESCO en el sector público. El detalle de estas medidas se presenta en la Tabla 3.

En 2023, del 3 de enero al 10 de mayo, se desarrolló el Segundo Proceso del Reporte Energético (consumos del año 2022) en el marco del artículo 2 de la Ley N°21.305 con un universo de 1.265 empresas obligadas a reportar. Gracias a las acciones y los esfuerzos realizados para contactar a cada empresa (disposición de un call center, contacto con asociaciones gremiales, talleres, redes sociales) que no estaba registrada en el Sistema de Información

[30] Portal Exploradores de Energía: https://exploradores.minenergia.cl

[31] Ministerio de Energía (2021b)

del Balance Nacional de Energía (SIBNE), se logró reducir de un 60% (primer reporte) a solo el 5,8% las empresas en falta, lo cual señala lo importante que es el acompañamiento desde el Estado para dar operatividad a leyes como estas.

El 4 de agosto de 2023 se publicó en el Diario Oficial la Resolución Exenta N°32 que identificó 134 nuevos Consumidores con Capacidad de Gestión (CCGE), lo cual después de los procesos de discrepancia entrega un total de 271 CCGE entre los dos procesos. Durante marzo de 2024 se espera la implementación de los primeros Sistemas de Gestión de la Energía.

- **Administración: sistema concesional de energía geotérmica**

Se han tramitado y otorgado tres concesiones de exploración de energía geotérmica: "Cordillera," "Azufre," y "Cachapoal." Además, se ha gestionado la solicitud de concesión de exploración de energía geotérmica denominada "Llolli."

- **Transferencia de conocimientos de programas de eficiencia energética y energías renovables desarrollados por el Ministerio de Energía**

Programa enmarcado dentro de la implementación de los planes de acción de las comunas energéticas. La gran mayoría de las comunas adheridas al programa identificó localmente dentro de sus Estrategias Energética Locales la necesidad de capacitar a los vecinos de la comuna en temas de energía, acercando los conceptos de eficiencia energética y energías renovables a los ciudadanos y consecuentemente, promoviendo un comportamiento de consumo responsable y participativo.

El objetivo de estos es fomentar el conocimiento y la cultura en la temática de eficiencia energética y energías renovables en las juntas de vecinos y sus comunidades y a la vez, entregar herramientas a estos actores y a los municipios para que puedan replicar estas capacitaciones dentro de su comuna, buscando un efecto multiplicador.

- **Eficiencia energética y confort ambiental en la edificación pública**

A través del programa hoy llamado "Mejor Escuela" se realizaron implementaciones en establecimientos educacionales. En la primera etapa de adopción del Programa (2020) se levantó un catastro de 273 proyectos con diagnóstico energético en el marco de las convocatorias de la Dirección de Educación Pública (DEP), lo que facilitó desde el Ministerio de Energía solicitar recursos fiscales especiales dentro del "Plan de Recuperación Económica inclusiva Chile Apoya" logrando financiar un total de 42 proyectos que no habían sido beneficiados, por un presupuesto aprobado igual a $19.030.526.000 (2022). En este sentido, para implementar los proyectos se desplegaron profesionales a lo largo de 9 regiones del país, con comunas desde Colchane hasta Quinchao, fomentando la descentralización y la cobertura a nivel nacional en escuelas urbanas y rurales.

A la fecha, se han aprobado gastos por más de 15 mil millones de pesos y los avances de obra física superan el 95%, lo que estima un beneficio de 15 mil estudiantes desde el inicio del Programa.

Se esperan 27 nuevos estudios al 2025 y poder ampliar la cartera de proyectos con ingenierías de detalle listas para implementar, fomentando así la colaboración continua con la Dirección de Educación Pública, los servicios locales de educación y municipios sostenedores de la infraestructura escolar.

- **Net Billing (Ley N°21.118)**

Desde la implementación de la Ley de Generación Distribuida, se han instalado un total de 260 MW en proyectos de generación distribuida de autoconsumo, con una alta penetración de proyectos agrícolas y residenciales. Este crecimiento ha sido apoyado por políticas estatales que buscan incentivar el desarrollo de los medios energéticos distribuidos.

Durante el mes de marzo se llevó a cabo un seminario con el propósito de exponer los aprendizajes derivados de la implementación de la primera Ley de Generación Distribuida 20.571 (y posterior 21.118[32]) y presentar una hoja de ruta para el trabajo conjunto de las instituciones vinculadas en la modificación de los reglamentos correspondientes (DS57 y DS88).

Se ha realizado un proceso de diagnóstico interno sobre las observaciones reglamentarias, recopilando una visión transversal de todas las divisiones del Ministerio. Este diagnóstico está en proceso de ser complementado con la colaboración de la SEC, la CNE y el CEN para definir las modificaciones reglamentarias necesarias.

Desde junio de 2024, se han establecido mesas de trabajo con la industria y gremios con la finalidad de buscar perfeccionamientos reglamentarios. Se espera presentar los borradores de las reformas reglamentarias durante el año 2024.

- **Ley de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) (Ley N°20.698)**

Desde la promulgación de la Ley N°20.698[33] en 2013 y hasta 2022, la capacidad instalada en proyectos de energías renovables creció un 76,48%, lo que permitió cumplir ampliamente las cuotas establecidas por la Ley y hacerlo antes de lo proyectado. Por esta razón, actualmente se encuentra en discusión legislativa un nuevo proyecto de cuotas denominado "Proyecto de Ley que Impulsa las Energías Renovables". Este proyecto busca potenciar la penetración de energías renovables tanto a pequeña como

[32] Ministerio de Energía (2018)
[33] Ministerio de Energía (2013)

a gran escala, destacando que la generación distribuida genera importantes ahorros asociados a la red de transmisión.

Algunas de las materias del proyecto de Ley actual son las siguientes: metas ERNC, cuota del 40% para 2030, trazabilidad de la energía de origen a fin y aumento del límite de Net Billing a 500 kW.

De acuerdo con la Actualización de la Política Energética 2022[34], se espera que al año 2030 el 80% de la generación eléctrica provenga de energías renovables. La participación de las energías renovables no convencionales en la matriz energética nacional ha ascendido a un 46,3% de la capacidad total instalada.

Entre las medidas de mitigación implementadas en el contexto de la presente Ley, se encuentra Casa Solar y los Sistema Solares Térmicos para viviendas sociales y programas de subsidio por desastres.

- **Gestiona Energía Sector Público**

Gestiona Energía es una iniciativa del Ministerio de Energía que tiene como objetivo hacer un buen uso de las fuentes energéticas en los edificios públicos, contribuyendo a un uso eficiente de los recursos. Por Ley, deben acogerse todos los Servicios Públicos del país. El buen uso de la energía tiene múltiples beneficios; el más directo es el ahorro energético que a su vez se traduce en disminución de gastos operacionales y en menores emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. El año 2023, esta iniciativa pasó a formar parte del Sistema Estado Verde, en donde a marzo de 2024 había 184 servicios públicos, cerca de 5.500 edificios y 3.500 gestores, que deben hacer gestión energética y ambiental en sus edificios.

- **Plan de Descarbonización**

El Plan, actualmente en elaboración, permitirá priorizar las acciones a 2030 a través de la construcción política de un consenso entre el sector público y privado, la academia y la sociedad civil, de manera de garantizar un retiro y reconversión acelerada de centrales a carbón, anclado al cumplimiento irrestricto de las condiciones que lo habiliten. En ese sentido, el Plan se dividirá en tres grandes ejes que establecerán dichas condiciones: 1) Modernización de la red, mercado eléctrico e infraestructura; 2) Reconversión termoeléctrica y combustibles de transición; 3) Transición energética justa y comunidades.

- **Plan Nacional de Eficiencia Energética**

El Plan[35], aprobado mediante Decreto N° 4/2023[36], proporciona un marco estratégico para el desarrollo de la eficiencia energética de nuestro país y de esta manera, materializar el potencial de ahorro energético que permita alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, en línea con las políticas que ha desarrollado hasta el momento el Ministerio de Energía y el Estado en general en materia de sostenibilidad.

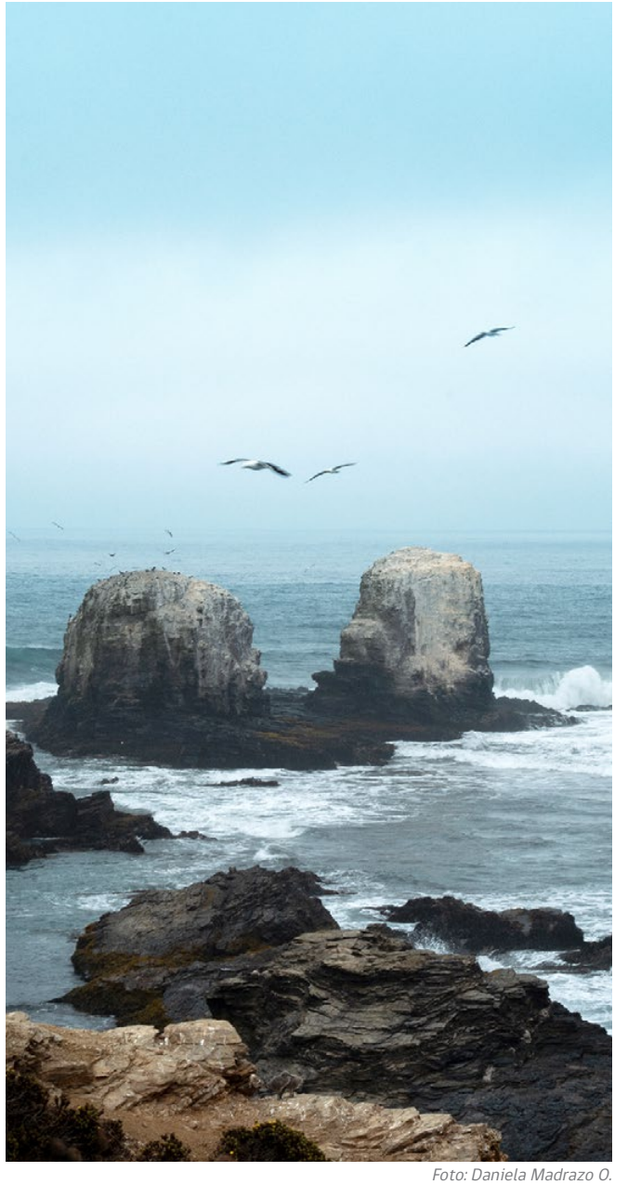


Foto: Daniela Madrazo O.

[34] Ministerio de Energía (2022c)

[35] Ministerio de Energía (2021c)
[36] Ministerio de Energía (2023)

Vinculación de instancias antes descritas con la ECLP

Las instancias anteriormente descritas, junto a muchas otras, permitirán transitar hacia el cumplimiento de diversas metas de corto, mediano y largo plazo. Algunas de estas, vinculadas a cambio climático y que se encuentran en la ECLP, se presentan en la Tabla 10.

De acuerdo con la ECLP, se ha determinado un esfuerzo indicativo de mitigación para el Ministerio de Energía de 35-43 $MtCO_2$ eq para el periodo 2020-2030, con lo cual fue posible asignar el presupuesto sectorial de energía que asciende a 271,8 $MtCO_2$ eq para el mismo periodo, del cual el Ministerio de Energía es responsable de que no se sobrepase.

El Ministerio de Energía tiene la mayor participación en el diseño e implementación de medidas de mitigación para lograr la carbono neutralidad del país. La integración y articulación de estas medidas se lleva a cabo a través del establecimiento de instrumentos de política pública de largo plazo liderados por el Ministerio de Energía, como son la Política Energética Nacional, los mecanismos regulatorios de Planificación Energética de Largo Plazo (PELP), nutridos tanto por las estrategias de desarrollo definidas para el hidrógeno verde, la electromovilidad, la transición energética de usos a nivel residencial, y aquellas leyes y programas con impacto directo en el cumplimiento de las metas de carbono neutralidad como es la Ley de Eficiencia Energética, entre otros. Al mismo tiempo, la temporalidad a corto plazo del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación del Sector Energía, permite materializar y avanzar hacia la carbono neutralidad y la resiliencia del sector mediante acciones, estrategias y financiamiento, en concordancia con las propias políticas y estrategias del sector. La implementación de estas políticas públicas se realizará de manera alineada a los pilares del nuevo Gobierno, el cual tiene foco especial en la transición energética justa, segura y resiliente; vulnerabilidad y pobreza; descentralización y gobierno feminista.

Tabla 10. Metas de corto, mediano y largo plazo comprometidas por el Ministerio de Energía en la ECLP.

Al 2030	Al 2040	Al 2050
• 10% reducción intensidad energética del país con respecto al 2019. • 15% combustibles 0 emisiones en usos energéticos finales no eléctricos. • 80% generación eléctrica del país proviene de energías renovables. • El país ha definido una trayectoria de aumento de precio al carbono.	• Retiro de la totalidad de las centrales termoeléctricas a carbón. • 100% parque buses transporte urbano y taxis son 0 emisiones. • El país cuenta con altos estándares a nivel mundial en confiabilidad y resiliencia del sistema energético, siendo un modelo de integración de energías renovables a seguir por otros países.	• 35% reducción intensidad energética del país con respecto al 2019 • 60% participación vehículos 0 emisiones en parque particular y comerciales. • 70% combustibles 0 emisiones en usos energéticos finales no eléctricos. • 100% generación eléctrica del país proviene de fuentes de energía 0 emisiones.

Fuente: elaborado por el Ministerio de Energía, con base en la ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: Bryan Contreras

Descripción de los medios de implementación reportados

El resumen de los medios de implementación reportados por el Ministerio de Energía se presenta en la Tabla 11, donde se indica el nombre de cada medio, si se trata de un medio nuevo o anteriormente reportado en el 5IBA, su estado y periodo de implementación.

Tabla 11. Medios de implementación reportados por el Ministerio de Energía.

Nombre	Medio de implementación reportado anteriormente o nuevo	Estado	Periodo de implementación
Política Energética Nacional actualizada (PEN)	Reportado	Aprobado	Desde 2022 hasta próxima actualización
Agenda de Energía 2022-2026	Reportado	Aprobado	2022-2026
Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía	Nuevo	En diseño	2025-2030
Plan de Acción de Hidrógeno Verde	Nuevo	Aprobado	2023-2030
Estrategia de electromovilidad	Reportado	Aprobado	Al menos hasta el 2050, dando seguimiento a las metas de electromovilidad planteadas a ese año
Planificación Energética de Largo Plazo 2023-2027 (PELP)	Reportado	Aprobado	2023-2027
Certificación de ahorros de proyectos energéticos	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término, ya que se espera que esta iniciativa, en la medida que se desarrolle y consolide un mercado de carbono, mayor será su demanda
Incrementar la flexibilidad del sistema eléctrico	Reportado	Aprobado	Al menos hasta el 2050, dando seguimiento a las metas de penetración de energías cero emisiones planteadas a ese año
Plataformas de información pública sobre energías renovables	Reportado	Aprobado	Al menos hasta el 2050, dando apoyo a las metas de penetración de energías cero emisiones planteadas a ese año
Desarrollo de proyectos de tecnologías emergentes: geotermia	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término, ya que se espera que esta iniciativa sea relevante, en la medida que se desarrolle y consolide un mercado de geotermia de baja entalpía en el país
Ley de Eficiencia Energética	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término, en vista del aporte de la medida al fomento de la eficiencia energética, para desacoplar el consumo de energía del crecimiento económico del país
Administración sistema concesional de energía geotérmica	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término
Transferencia de conocimientos de programas de eficiencia energética y energías renovables desarrollados por el Ministerio de Energía	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término
Eficiencia energética y confort ambiental en la edificación pública	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término
Net Billing (Ley N°21.118)	Reportado	Aprobado	Al menos hasta el 2050, dando apoyo a las metas de penetración de energías cero emisiones planteadas a ese año
Ley de ERNC (Ley N°20.698)	Reportado	Aprobado	Al menos hasta el 2050, dando apoyo a las metas de penetración de energías cero emisiones planteadas a ese año
Gestiona Energía sector público	Reportado	Aprobado	Sin fecha de término
Plan de Descarbonización	Nuevo	En diseño	2025-2030
Plan Nacional de Eficiencia Energética	Nuevo	Aplicado	2022-2026

Fuente: elaborado por el Ministerio de Energía.

Medidas de mitigación reportadas

En cuanto a las medidas de mitigación para el presente Informe Bienal, el Ministerio de Energía reporta 10 medidas resumidas en la Tabla 12. Más detalles de cada medida se encuentran en el **Anexo 1: Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación** *(Anexo 1 del capítulo 3).*

Tabla 12. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Energía.

Nombre	Medida reportada anteriormente o nueva	Estado	Periodo de implementación
Generación eléctrica baja en emisiones	Medida nueva	Aprobada	Sin fecha de término
Mi Taxi Eléctrico	Medida nueva	Aprobada	Sin fecha de término
Programas Leña Más Seca y Leña Más Seca – Maquinaria	Medida nueva	Aprobada	Sin fecha de término
Etiquetado de eficiencia energética y estándares mínimos artefactos domésticos	Medida reportada	Aprobada	Sin fecha de término, ya que se espera esta medida abarque más artefactos y periódicamente se deben actualizar etiquetas y estándares
Fomento a los Sistemas de Gestión de Energía	Medida reportada	Aprobada	Sin fecha de término
Sistemas solares térmicos en viviendas sociales existentes	Medida reportada	Aplicada	Medida finalizada en 2022
Con Buena Energía	Medida reportada	Aprobada	Sin fecha de término
Desarrollo del mercado ESCO (Empresas de Servicios Energéticos, ESCOs por su sigla en inglés)	Medida reportada	Aprobada	Hasta lograr la consolidación del mercado ESCO en el país, que se estima podría darse a 2035
Casa solar	Medida reportada	Aprobada	Sin fecha de término
Mejor Escuela	Medida nueva	Aprobada	Sin fecha de término

Fuente: elaborado por el Ministerio de Energía.

3.4.1.2 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

El sector transportes representa una de las principales fuentes de emisiones de GEI y contribuye sustantivamente en la generación de contaminantes locales, cuyos impactos sobre la calidad del aire, suelo y agua afectan directamente la salud de las personas, el bienestar social y desempeño ambiental integral de los territorios. Una movilidad accesible, integradora y sostenible constituye un elemento central para enfrentar la crisis climática global, para mitigar los impactos en el ámbito local y aportar a la adaptación al cambio climático. Es por ello que, las estrategias sectoriales de cambio climático ocupan un lugar prioritario en la agenda institucional (2022-2026) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), lo que se refleja en el desarrollo, impulso y fortalecimiento de diferentes acciones e instrumentos de política pública orientados a disminuir las externalidades negativas derivadas de la operación de las fuentes móviles.

En concordancia con los compromisos nacionales de reducción de GEI, desde el MTT se han trazado objetivos que le permitirán contribuir en la trayectoria a la carbono neutralidad en 2050 y enmarcarse en el presupuesto sectorial de emisiones de 2020-2030. La transición hacia la carbono neutralidad comprometida en la NDC de Chile (2020) y el logro de los ODS implican transformaciones profundas en la esfera de la movilidad y en los sistemas de transporte.

En ese contexto y acorde a lo establecido en la Ley Marco de Cambio Climático, el MTT se encuentra desarrollando el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Sector Transportes, en donde se construye una visión que toma como base las experiencias adquiridas en la definición de la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS) y la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). Además, el Plan incorpora los enfoques de

acción definidos en la ENMS, los que corresponden a: **"Evitar"** (evitar y reducir necesidad de viajar), **"Cambiar"** (cambio a modos más sostenibles) y **"Mejorar"** (mejora en la eficiencia energética de los modos de transporte).

En ese sentido, en el mencionado Plan se definen lineamientos estratégicos que responden a la necesidad de enfrentar los impactos de la crisis climática en el sector transportes y por ende, una reconsideración de la movilidad mediante un nuevo enfoque, como en el uso y expansión de tecnologías bajas en emisiones, la promoción de la movilidad activa y otras alternativas de transporte eficientes, la gestión del conocimiento y alianzas intersectoriales, el fomento a las políticas adaptativas y el fortalecimiento de la gestión de riesgo de desastres.

En función de los desafíos que imponen los compromisos asumidos por Chile en cuanto a la meta de carbono neutralidad y a partir de, una visión sectorial de movilidad sostenible, expresada en la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (2023) y en el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Sector Transporte, se han activado distintas acciones para mejorar la orgánica institucional ambiental. El propósito de estas acciones es avanzar en las metas establecidas en la ECLP y en la ENMS, además de apoyar el Programa Nacional de Movilidad Urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático en Chile y el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación del Sector Transporte.

Bajo esta mirada, para el presente Informe Bienal de Transparencia, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones reporta 13 medios de implementación, de las cuales ocho se habían reportado como medidas habilitantes en el 5IBA y continúan en implementación (Tabla 4). Asimismo, de las medidas de mitigación reportadas en el 5IBA, cuatro se reclasificaron como medios de implementación, dado que constituyen acciones que habilitarán la implementación de las medidas de mitigación del sector, que serán incluidas en el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PSMA) Sector Transportes. Es importante destacar que los medios de implementación están bajo un sello interinstitucional que ha implicado la coordinación entre la Subsecretaría de Transportes, la Junta Aeronáutica Civil, Metro y la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE), y otros organismos del Estado externos al MTT, con alta incidencia en la respuesta climática del sector transportes.

Del total de medidas presentadas en el 5IBA (2022), las medidas "Medidas del Sector Transporte en el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana (RM)" y "Medidas para el Sector Transporte contempladas en el Plan de Mitigación de Energía", no se reportan en el presente informe, dado que el MTT no cuenta con las atribuciones para el desarrollo de estas.

El esfuerzo de mitigación sectorial abarca una amplia gama de medidas, que incluyen ámbitos normativos y de política pública, la promoción de medidas de inclusión y peatonalización, aspectos estratégicos y mecanismos de financiamiento para la movilidad sostenible, gestión y planificación del transporte urbano (a través de los Planes Maestros de Transporte Urbano o Planes de Movilidad), mejoras y fomento del transporte público, mecanismos de renovación de flota y planificación de la expansión de la red ferroviaria. Todas ellas se caracterizan por ser concebidas en una visión común y por su impulso sostenido en el tiempo, constituyendo un precedente al desarrollo del PSMA del Sector Transporte.

De manera complementaria, se espera que Programa Especial de Fomento a la Electromovilidad en Regiones pueda tener un alcance regional mediante su inclusión en los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC), los cuales se sitúan como un instrumento necesario para el despliegue de la acción climática en los territorios.

Cabe destacar que en concordancia con el eje estratégico "Evitar" de la ENMS, que apunta a la gestión y disminución de la demanda de transporte, especialmente de viajes extensos en transporte privado, se han fortalecido las coordinaciones interinstitucionales en diversos aspectos, tales como: impulsar la elaboración de Planes Maestros de Transporte Urbano Metropolitano (PMTUM) en las futuras áreas metropolitanas (Mesa MTT-SUBDERE), así como la incorporación de la noción de movilidad sostenible en los procedimientos de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) del MMA.

Por otra parte, en relación con el eje estratégico de "Mejorar", que incluye las categorías de acciones encaminadas a disminuir los factores de emisión, cabe señalar las coordinaciones con la Estrategia Nacional de Electromovilidad, cuyo impulso principal ha sido canalizado en los proyectos de Electromovilidad en el Transporte Público, tanto a nivel metropolitano como regional, lo que se ha traducido en el diseño de soluciones basadas en buses eléctricos en diversas ciudades del país y el incremento sostenido de buses eléctricos y tecnologías menos contaminantes en la flota del sistema del sistema RED en la Región Metropolitana.

El resumen de los medios de implementación reportados por el MTT se presenta en la Tabla 13, donde se indica el nombre de cada medio, si es un medio nuevo o ya reportado en el 5IBA, su estado y periodo de implementación. El detalle descriptivo de cada medio se muestra más adelante en la presente sección.

Tabla 13. Medios de implementación reportados por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Nombre	Medio de implementación reportado anteriormente o nuevo	Estado	Periodo de implementación
Proyecto NUMP Chile - Programa Nacional de Movilidad Urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático en Chile	Reportado	Aplicado	2022 - 2024
Apoyo Técnico para el Diseño de un Mecanismo de Financiamiento para Electromovilidad en Chile (Proyecto Moving Chile)	Reportado	Aplicado	2021-2024
Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos	Reportado	Aprobado	2015 en adelante - permanente
Estrategia de Carbono Neutralidad EFE 2035	Reportado	Aprobado	2021-2035
Apoyo desde puertos y logística a la estrategia nacional de producción y distribución de hidrógeno verde	Reportado	Prevista	2020-2030
Incorporación de vehículos de carga basados en hidrógeno verde	Reportado	Aprobado	2023 en adelante
Mejoramiento e implementación de ciclovías y sendas multipropósito	Reportado	Aprobado	Permanente
Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS)	Reportado	Aprobado	2021-2031
Reporte Anual de Emisiones del Sistema de Transporte Público de Buses del Gran Santiago (Artículo 6 del PPDA RM)	Reportado	Aprobado	2018 en adelante - permanente
Actualización de Planes Maestros de Transporte Urbano	Reportado	Aprobado	Permanente
Gestión del Sistema de Transporte Público de Santiago (RED)	Reportado	Aprobado	2017 en adelante
Expansión de la Red de Metro de Santiago	Reportado	Aprobado	2017-2031
Apoyo a la Estrategia Chilena de Transporte Público Sostenible (CLETS)	Nuevo	Aprobado	2023 - 2026, puede extenderse por dos años más

Fuente: elaborado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Descripción de los medios de implementación reportados

A continuación, se presenta la descripción en detalle de los medios de implementación reportados en la Tabla 13.

- **Proyecto NUMP Chile**

El proyecto NUMP CHILE (National Urban Mobility Policies and Programs) o Políticas y Programas Nacionales de Movilidad Urbana, es una iniciativa clave desarrollada en el marco del Programa Euroclima Plus, implementada en Chile por GIZ (Agencia Alemana de Cooperación). Durante el periodo reportado, se avanzó significativamente en los dos últimos componentes de la NUMP, cada uno con objetivos específicos y cruciales para el futuro de la movilidad urbana sostenible en el país.

El primer componente se centró en la "Definición de lineamientos de un sistema nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de políticas y acciones de mitigación impulsadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, y el diseño conceptual de una Herramienta para la gestión de sus datos e indicadores". Este componente tiene como propósito fundamental estructurar una arquitectura inicial para el sistema MRV del sector transporte. El sistema MRV es esencial para garantizar la transparencia y eficacia de las políticas de mitigación del cambio climático, permitiendo un seguimiento riguroso y la evaluación de las acciones implementadas. La herramienta diseñada tiene por objetivo facilitar la elaboración de indicadores MRV que permitan medir el impacto de las políticas y acciones en curso.

El segundo componente se enfocó en la "Propuesta de Formulación de un Programa Nacional de Movilidad Urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático en Chile" (anteriormente reportada como Programa Nacional de Movilidad Urbana Sostenible). Este componente busca robustecer los mecanismos de financiamiento descentralizados para la movilidad sostenible. La propuesta incluye diversas estrategias y acciones destinadas

a fomentar una movilidad más eficiente y limpia, alineada con los objetivos de la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible de Chile. Esto implica la implementación de proyectos piloto, la promoción de tecnologías limpias y la integración de políticas de transporte con planes urbanos que favorezcan la reducción de emisiones y la adaptación a los efectos del cambio climático.

Ambas iniciativas, ya completadas, representan exploraciones preliminares de gran importancia para establecer instrumentos que permitan impulsar la movilidad sostenible en Chile. Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida sobre la cual se pueden desarrollar futuras políticas y programas, facilitando la transición hacia un sistema de transporte más sustentable y resiliente. Estas acciones no solo contribuirán a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también mejorarán la calidad de vida de los ciudadanos al promover un entorno urbano más limpio y seguro.

- **Apoyo técnico para el diseño de un mecanismo de financiamiento para electromovilidad en Chile (Proyecto Moving Chile)**

El Proyecto Moving concluyó el 30 de marzo de 2024. Durante los dos últimos años, se lograron importantes avances gracias a un amplio acuerdo con la Agencia de Sostenibilidad Energética, abarcando dos acciones clave.

La primera acción consistió en la instalación de catorce cargadores para vehículos eléctricos distribuidos en doce ciudades de Chile. La adquisición y las obras necesarias para la instalación de estos cargadores fueron cofinanciadas en un 30% por el Ministerio Federal de Economía y Acción Climática (BMWK) de Alemania, a través de la Iniciativa Climática Internacional (IKI). De estos 14 cargadores, 13 ya están operativos, quedando pendiente únicamente el de la comuna de Castro, donde se han enfrentado mayores dificultades administrativas que han retrasado su puesta en marcha.

La segunda acción se centró en el desarrollo de capacidades de los operadores de transporte público regional, en relación con los buses eléctricos durante el año 2023. Se organizaron diez talleres en diversas ciudades del país, con la participación de más de 170 operadores y cerca de 30 funcionarios del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. En estos talleres, los operadores tuvieron la oportunidad de aprender sobre las características técnicas y operativas de los buses eléctricos y los electroterminales, su mantenimiento y los mecanismos de financiamiento, entre otros aspectos relevantes. Además, en Santiago se llevó a cabo un tour de la electromovilidad, en el que participaron 30 operadores de transporte público de diversas regiones. Durante este evento, los operadores pudieron plantear preguntas sobre la adopción de buses eléctricos a funcionarios y autoridades ministeriales, así como a representantes de empresas de energía, fabricantes de buses eléctricos y entidades financieras. El tour también incluyó actividades prácticas, como la visita a dos electroterminales de buses de RED Metropolitana y la realización de un "test drive" de buses eléctricos en las instalaciones de cuatro empresas fabricantes.

Ambas acciones, 1) la implementación de cofinanciamiento para cargadores de vehículos eléctricos y 2) el fortalecimiento de capacidades, se completaron de manera satisfactoria. No se han llevado a cabo acciones adicionales a las presentadas en el 5IBA en los últimos dos años.

Gracias a esta colaboración internacional, se ha podido avanzar significativamente en la infraestructura de electromovilidad en Chile y en la capacitación de quienes operan este tipo de transporte, contribuyendo de manera importante al desarrollo sostenible y a la reducción de la huella de carbono en el país.

- **Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos**

La reforma tributaria (Ley Nº20.780)[37], incorporó a los impuestos verdes con el fin de reducir la contaminación local y global, a través de incentivos que buscan generar cambios en el comportamiento de los actores responsables de las emisiones, atendiendo como señala el principio de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente a que "el que contamina paga".

El artículo N°3 de la Ley Nº20.780, indica que: "los vehículos motorizados nuevos, livianos y medianos, con las excepciones establecidas en el presente artículo, pagarán, por única vez, un impuesto adicional expresado en unidades tributarias mensuales". El impuesto comenzó a regir para todos quienes compran un vehículo nuevo de uso particular, inscrito en el Registro de Vehículos Motorizados del Servicio de Registro Civil e Identificación, a partir del 29 de diciembre de 2014 y se implementa de manera permanente a la fecha.

- **Estrategia de Carbono Neutralidad EFE 2035**

Durante 2021, a través de la Política de Medio Ambiente y la Política de Sostenibilidad de EFE, se adquirió el compromiso de adoptar medidas para la adaptación y enfrentar el cambio climático, estableciendo la meta de reducir las emisiones de GEI hasta alcanzar la carbono neutralidad en 2035. A la fecha, se han presentado avances en la Estrategia de Carbono Neutralidad 2035, dentro de las cuales destaca que durante el primer trimestre 2024 se cuantificó la huella de carbono corporativa 2023, que será la línea base sobre la cual estructurar dicha estrategia.

- **Apoyo desde puertos y logística a la estrategia nacional de producción y distribución de hidrógeno verde**

Corresponden a acciones desde el Ministerio de Transportes y las Empresas Portuarias para preparar a los recintos para el futuro

[37] Ministerio de Hacienda (2014)

acopio y transferencia de Hidrógeno Verde para exportación, en contexto de corredores marítimos verdes y en especial para los valles de hidrógeno en Antofagasta y Magallanes. Este medio de implementación se enmarca en la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde del Ministerio de Energía.

No existen avances, estas iniciativas corresponden a adecuaciones a implementar por las empresas portuarias en la medida que se vayan produciendo requerimientos de la industria.

- **Incorporación de vehículos de carga basados en hidrógeno verde**

Las acciones desde el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones para adecuar el marco normativo a modo de permitir el ingreso y operación de vehículos de carga basados en hidrógeno verde. Incluye normas, certificación o experiencias piloto.

Durante 2023 se realizó un proceso de RFI (sigla del término en inglés: "Request for information", en español: solicitud de información) en donde se presentaron 16 propuestas sobre distintas iniciativas. Entre ellas, iniciativas de implementación de camiones pesados a hidrógeno, iniciativas sobre incorporación de flota, iniciativas sobre estaciones de recarga, iniciativas de pilotaje e iniciativas para retrofit. Además, el Ministerio de Transportes realizó diversos estudios sobre análisis normativo con recursos del Ministerio de Energía. Durante 2024 se licitarán estudios logísticos de la Región de Antofagasta para analizar las adecuaciones e impactos de infraestructura, adicionalmente se realizará un estudio para adecuación de las normas de vehículos a hidrógeno y sus condiciones técnicas, y un análisis sobre los combustibles de aviación a base de hidrógeno.

- **Mejoramiento e implementación de ciclovías y sendas multipropósito**

Este medio de implementación busca incentivar el uso de vehículos que no consumen combustibles fósiles, mediante la habilitación de infraestructura vial enfocada en estos modos, sumando 2.000 km construidos a 2030. Para su implementación de forma integral, se abordarán todas las etapas del ciclo de vida de este tipo de proyectos: planificación, diseño y ejecución, priorizando a las regiones y comunas que presentan un menor desarrollo de redes de ciclovías. Es importante considerar que, en el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transporte, estas acciones se incorporan como medios de implementación de una gran medida de mitigación, en donde se complementa con otras acciones, como por ejemplo una mesa de trabajo intersectorial. Además, es necesario tener en cuenta que, si bien estos medios de implementación buscan una reducción de emisiones, el cálculo y atribución del potencial de reducción no es directo.

En los últimos dos años, se ha añadido una cartera de 770 km en etapa de planificación para 21 comunas del país. De ellas, cinco presentan una metodología piloto para evaluación social de Planes de Ciclovías que permita reducir los requisitos y tiempos implicados en esta etapa, para lo cual el MTT ha realizado un trabajo en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, en el desarrollo de indicadores específicos que conforman esta metodología. Se suman 1.185 km proyectados al 2030 por distintos organismos estatales, trabajando de forma mancomunada para elevar los estándares de diseño y adecuarlo a la diversidad de condiciones climáticas y geográficas de nuestro país, lo que se consolidará en la Guía de Diseño de Infraestructura Cicloinclusiva. Se cuenta además con 617 km en estado de ejecución.

Hasta junio de 2024, existen a nivel nacional 2.266 km de infraestructura cicloinclusiva. El progreso anual se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14. Progreso anual de ciclovías y sendas multipropósito.

Año	Ciclovías	Sendas multipropósito
2022	45 km	28 km
2023	86 km	55 km
2024	16 km	6 km

Fuente: elaborado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Por último, cabe señalar que el seguimiento de estas acciones y su impacto en término de reducción de emisiones será abordado en conjunto con el resto de las medidas de mitigación del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del sector transportes, en el siguiente ciclo de reporte del IBT.

- **Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS)**

La ENMS constituye un documento de Política Pública que busca potenciar la movilidad sostenible en Chile de manera sectorial e intersectorialmente, permitiendo avanzar en la implementación de los compromisos de reducción de emisiones de GEI (NDC) y captar co-beneficios ambientales. Por medio de generación de directrices, elementos de visión, identificación de brechas, medidas, metas y medios de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), busca robustecer las líneas de acción y medidas a impulsar mediante un Programa Nacional de Movilidad Urbana para la mitigación y adaptación al Cambio Climático (PNMU). La Estrategia fue publicada en el año 2021 y luego fue relanzada en 2022, con el propósito de reafirmar el compromiso del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones con la Movilidad Sostenible. Actualmente, las directrices establecidas por la Estrategia se abordan de manera íntegra en el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Asimismo, para dos de sus medidas -las medidas 6 y 12 de la estrategia- se han buscado mecanismos de implementación a través del Programa Nacional

de Movilidad Sostenible (Previamente Reportado como Programa Nacional de Movilidad Urbana Sostenible).

La Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible fue financiada en contexto de la NUMP CHILE mediante mecanismos de cooperación internacional financiados por el Programa Euroclima+, a través de la agencia implementadora GIZ, con fondos de la Unión Europea.

- **Reporte Anual de Emisiones del Sistema de Transporte Público de Buses del Gran Santiago: artículo 6 del PPDA RM**

Esta acción corresponde a lo establecido en el artículo N°6 del subcapítulo III.1 "Transporte Público" del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), D.S. N°31/2016 del MMA, el cual instruye al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones a elaborar un Programa de Seguimiento Anual de las Emisiones del Sistema de Transporte Público de Buses del Gran Santiago, medida que se ha implementado desde el año 2018, dando cumplimiento a dicho Artículo.

El seguimiento anual de las emisiones del sistema de transporte público de buses de Santiago, que incluye las emisiones CO_2eq, se realiza a través de la elaboración de un "Reporte Anual".

En el último informe bienal de actualización de acción climática del año 2022, se informaron los avances del cumplimiento de la acción habilitante al señalar la elaboración del primer, segundo, tercer y cuarto Reporte Anual de Emisiones del Sistema de Transporte Público de Buses de Santiago, correspondiente a los análisis de emisiones para los años 2018, 2019, 2020 y 2021, respectivamente.

En cuanto a los avances para los dos últimos años, se puede señalar que el Ministerio ha elaborado el 5° Reporte Anual de Emisiones del Sistema de Transporte Público de Buses de Santiago, correspondiente a la evaluación de las emisiones del año 2022, mientras que el 6° Reporte Anual de Emisiones se encuentra hoy en desarrollo, esperando su finalización en el mes de diciembre de 2024. Sin perjuicio de lo anterior, se dispone de análisis preliminares de las emisiones del sistema de transporte público para buses del año 2023.

Por último, respecto del apoyo para la materialización de estas acciones, el desarrollo anual de esta medida en general es realizado dentro de las labores de los profesionales de la Subsecretaría de Transportes, sin incurrir en gastos presupuestarios adicionales. Sin embargo, el desarrollo del 5° Reporte de Emisiones, requirió realizar un gasto presupuestario para elaborar los insumos (modelación de transporte) para el desarrollo de dicho Reporte, lo que debió ser externalizado mediante una orden de trabajo, aunque en las versiones anteriores no resultó necesario, dado que se contaba con las modelaciones de transporte. Se espera que, en el corto plazo, esta acción climática requiera incurrir en gastos presupuestarios para externalizar la totalidad de las labores para la elaboración de dichos Reporte de Emisiones Anuales.

- **Actualización de Planes Maestros de Transporte Urbano**

Los Planes Maestros de Transporte Urbano tienen por objetivo mejorar los sistemas de transporte de las grandes ciudades y de las de tamaño medio, por lo que se derivan ahorros de los consumos de combustibles y por lo tanto, reducciones de emisiones de contaminantes GEI incluidos en el sistema de transporte en su conjunto. Es por ello que desde el Programa de Vialidad y Transporte Urbano (SECTRA) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, se elaboran, actualizan y se realiza el seguimiento a los Planes Maestros de Transporte Urbano, los cuales involucran inversiones en una cartera de proyectos de infraestructura y gestión de transporte, orientadas al desarrollo de los Sistemas de Transporte Urbano. Estas inversiones incluyen ciclovías, mejoramiento del transporte público, sistemas automáticos de control de tránsito y medidas de gestión. Todo ello con el propósito que el sistema de transporte multimodal responda a las necesidades de transporte de personas y productos mercantiles, actuales y futuras, empleando criterios de eficiencia y optimización desde el punto de vista social.

Respecto de los avances, durante 2022 se actualizaron los planes maestros de las ciudades de San Antonio y Rancagua - Machalí, mientras que durante 2023 se actualizó el Plan de Punta Arenas. Actualmente, se encuentran en proceso de implementación algunos proyectos pertenecientes a cada plan, pasando a su etapa de prefactibilidad. Asimismo, se encuentran actualmente en desarrollo los planes de Linares y Gran Concepción, y se está avanzando en la toma de datos de las encuestas Origen-Destino que permitirán la actualización de los planes de Talca-Maule, Chillán-Chillán Viejo, Ovalle y Arica.

- **Gestión del Sistema de Transporte Público de Santiago (RED)**

El objetivo principal de este medio de implementación corresponde a la generación de infraestructura para el apoyo del transporte e inclusión de tecnologías más limpias.

Lo anterior, implicaba como meta la construcción de 30 km de vías segregadas, 60 km de vías prioritarias, la renovación de un 40% del parque de buses del sistema RED al año 2022, y la implementación de 100 buses propulsados a base de tecnologías limpias, considerando la renovación basada en buses eléctricos.

Los avances respecto de las metas señaladas previamente, involucran la materialización de un total de 445,55 km de infraestructura de exclusiva de transporte público, entre las que se cuentan Pistas solo bus (329,45km), Corredores de transporte público (87

km) y vías exclusivas (29,1 km), ejecutándose un total de 25,25 km de Pistas solo buses durante 2022 y 2023.

En lo que respecta a la renovación del parque, cabe señalar que entre los años 2021 y 2023 han ingresado cerca de 2.221 nuevos buses al sistema, representando un 30% de la renovación del total de buses del Sistema.

A marzo de 2023, el Sistema mantenía un total de 7.244 buses, donde 2.267 (31,29%) eran vehículos eléctricos, 35,17% Euro VI y 14,11% Euro V y 16,73% Euro III con filtro de partículas y un 2,69% EURO III, respectivamente. Respecto de los buses eléctricos, cabe destacar que su implementación se considera como una acción concreta de las medidas de mitigación que están siendo abordadas por el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transporte.

Para cumplir con los objetivos asociados a la infraestructura exclusiva para el transporte público, el Sistema cuenta con el Plan Maestro de Infraestructura de Transporte Público (PMITP) 2021-2025 para la provincia de Santiago y las comunas de Puente Alto y San Bernardo, aprobado mediante Resolución Exenta N°4427 de 2022, conjunta de los Ministerios de Transportes y Telecomunicaciones, Hacienda, Obras Públicas, Desarrollo Social, Vivienda y Urbanismo y el Gobierno Regional de Santiago.

Respecto de la renovación de la flota, esta se ha realizado mediante la generación de licitaciones para la concesión de uso de vías y la provisión del servicio complementario de buses estableciendo nuevos estándares en la renovación de los vehículos.

- **Expansión de la Red de Metro de Santiago**

Como parte de la medida Expansión de la Red de Metro de Santiago, en los últimos dos años, se ha ejecutado la extensión de la Línea 2, que fue inaugurada el 27 de noviembre de 2023, mientras que la extensión de la Línea 3 fue inaugurada el 25 de septiembre de 2023. Adicionalmente, para la Línea 9, se ha llevado a cabo la adjudicación y desarrollo de la ingeniería básica de Obras Civiles, inicio de la mecánica de suelos, consultoría de vibraciones, servicio arqueológico y por último, el término de la aerofotogrametría. Durante 2023 ingresó a evaluación de impacto ambiental.

Respecto de la Línea 7 las acciones consideran adjudicaciones de las obras civiles y de algunos sistemas; el inicio de obras de la Planta de Dovelas, el término de la fabricación de la TBM (Tunnel Boring Machine); el diseño definitivo de los trenes y el inicio de las obras de excavaciones.

Cabe señalar que todas estas acciones concretas son parte integral del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transporte, que actualmente se encuentra en proceso de elaboración. En este contexto, el seguimiento de estas acciones será implementado en el siguiente ciclo de reporte del IBT, dentro del marco de análisis de las medidas de mitigación del Plan.

- **Apoyo a la Estrategia Chilena de Transporte Público Sostenible (CLETS)**

El proyecto GEF denominado Estrategia Chilena de Transporte Público Sostenible (CLETS), es un convenio de cooperación técnica entre el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF), el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID), con la participación clave del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile. El proyecto busca promocionar marcos normativos, de planificación y reglamentarios que fomenten la adopción de sistemas integrados de movilidad bajas en emisiones y la implementación de cuatro iniciativas pilotos en Antofagasta, Concepción, Lebu y Valdivia. El proyecto fue lanzado durante octubre de 2023 y actualmente se encuentra en desarrollo. Además, el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación del Cambio Climático del Sector Transporte, genera un marco de acción que converge en el objetivo del Proyecto CLETS, por lo que se hace parte de la elaboración del PSMA.

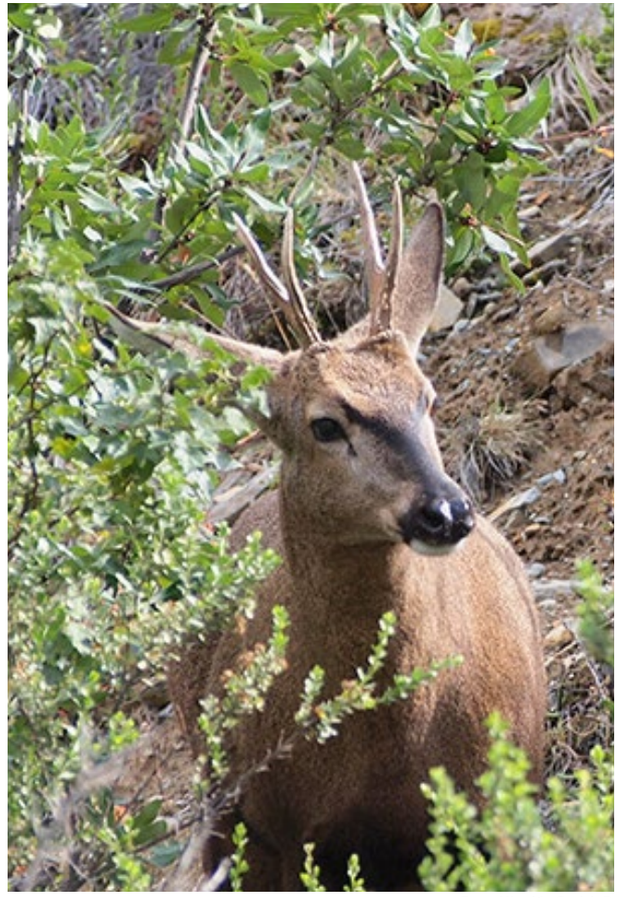


Foto: Nicolás Smith D.

Medidas de mitigación reportadas

En cuanto a las medidas de mitigación para el presente informe, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile ha trabajado en cinco medidas, las que se resumen en la Tabla 15. Más detalles de cada medida se encuentran en el **Anexo 1: Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación** *(Anexo 1 del capítulo 3).*

3.4.1.3 Ministerio de Minería

La misión del Ministerio de Minería es diseñar, ejecutar y evaluar políticas públicas de minería, orientadas a elevar y difundir la contribución del sector minero al desarrollo nacional, fomentando la innovación, productividad y la sustentabilidad, con el objeto de aprovechar los recursos mineros disponibles en condiciones socialmente inclusivas. Por tanto, es la institución pública que lidera las iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la cadena de valor de la minería.

El Ministerio cuenta con dos servicios técnicos asociados, la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). COCHILCO es un organismo especializado que orienta al Gobierno, principalmente al Ministerio de Minería, en asuntos relacionados con la producción de cobre y sus subproductos, además de la gestión de minerales metálicos y no metálicos, excluyendo carbón e hidrocarburos. También protege los intereses del Estado en las empresas mineras, supervisando y evaluando su gestión e inversiones.

Tabla 15. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Nombre	Medida reportada anteriormente o nueva	Estado	Periodo de implementación
Electromovilidad – Transporte Público en Santiago, Sistema Red	Reportada	Aprobada	2022 en adelante
Electromovilidad – Transporte Público Regiones	Reportada	Aprobada	2022 en adelante
Programa Renueva tu Micro	Reportada	Aprobada	Anual-Prorrogable
Programa Renueva tu Colectivo	Reportada	Aprobada	Anual-Prorrogable
Traspaso Modal a Trenes – Proyectos en Operación	Reportada	Aprobada	2022 en adelante
Traspaso Modal a Trenes – Proyectos Planificados	Reportada	Prevista	2024 en adelante

Fuente: elaborado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Por su parte, SERNAGEOMIN es el responsable de crear, mantener y difundir información sobre geología, recursos y peligros geológicos del territorio nacional, con objeto de mejorar el bienestar de la comunidad y contribuir al desarrollo sostenido del país. Este organismo asegura el cumplimiento de la normativa minera en seguridad, propiedad y planes de cierre, fortaleciendo así el progreso de la minería nacional.

El Estado desempeña un papel activo en la economía minera mediante su participación en dos empresas clave: CODELCO (Corporación Nacional del Cobre de Chile) y ENAMI (Empresa Nacional de Minería). CODELCO, reconocida como la mayor productora de cobre a nivel mundial y líder en reservas del mineral, juega un papel crucial en el panorama minero global. Por otro lado, ENAMI se centra en fomentar el desarrollo de la minería de pequeña y mediana escala, con el objetivo de mejorar su competitividad y asegurar que la extracción de recursos mineros sea económicamente viable en estos segmentos.

La minería constituye un pilar fundamental para la economía chilena. En 2023, este sector representó aproximadamente el 12% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, con un 73% atribuible a la minería del cobre y el 27% restante a otras actividades mineras. Asimismo, la minería fue responsable del 55% del total de las exportaciones chilenas, destacando que el cobre comprendió el 83% de estas exportaciones del sector[38]. Adicionalmente, Chile se mantuvo como el mayor productor mundial de cobre, aportando el 23,4% de la producción global durante el año 2023[39].

[38] Banco Central de Chile (2024).
[39] COCHILCO. (2024). Bases de Datos Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2004-2023.

Aunque la producción nacional de cobre de mina se mantuvo relativamente estable entre 2001 y 2022, con un crecimiento a una tasa promedio anual de solo el 0,6%, las cifras de producción han registrado un descenso en los últimos años, llegando a 5,33[40] millones de toneladas métricas de cobre fino en el año 2022, lo que representa un aumento del 12,5% en el periodo analizado[41]. A pesar de que históricamente la producción de cobre y el consumo energético han mostrado una correlación positiva, como se ilustra en la Figura 17, en los últimos años se ha observado un desacoplamiento entre estas dos variables.

En términos de consumo energético, en 2022, el sector minero de cobre consumió un total de 185.995 terajulios (TJ) de energía. De esta cifra, 97.696 TJ fueron de energía eléctrica y 88.299 TJ de combustibles. El consumo energético de la minería ha registrado un aumento del 115,7% entre 2001 y 2022, con una tasa promedio anual del 3,79%. Comparado con 2021, el consumo energético experimentó un incremento del 0,5%, mientras que la producción nacional de cobre de mina disminuyó en un 5,2%. Al analizar el consumo por tipo de energía, en la Figura 17 se observa que el consumo de combustibles experimentó un aumento del 126,1% durante el periodo estudiado, mientras que el consumo de electricidad registró un incremento del 106,7%.

Según estimaciones de COCHILCO basadas en datos de la Comisión Nacional de Energía, la minería representó el 15,1% del consumo energético total de Chile en 2021, mostrando un incremento gradual desde 2006, como se observa en la Figura 18. Desglosando estos datos, el consumo de electricidad ha permanecido bastante estable, alcanzando el 33,4% del total nacional en 2021. Por su parte, el consumo de diésel, el principal combustible utilizado en la minería ha aumentado su consumo desde un 11,5% en 2006 a un 20,8% del total nacional en 2021.

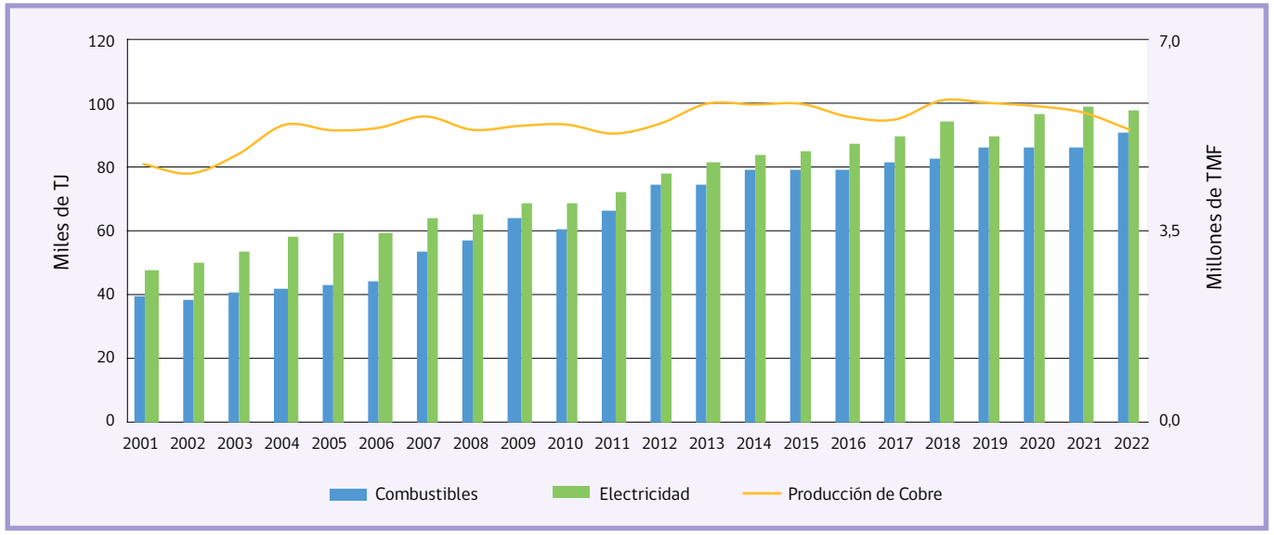


Figura 17. Consumos totales de energía de la minería del cobre versus producción de cobre fino.
Fuente: COCHILCO (2023a).

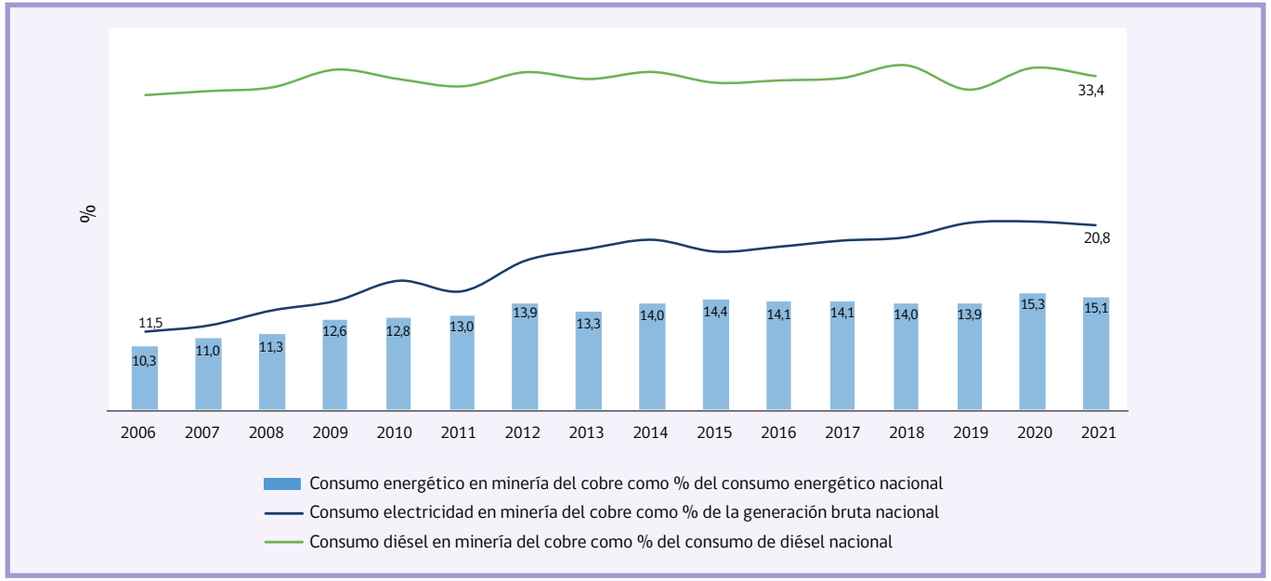


Figura 18. Participación del consumo sectorial de energía en el consumo nacional, 2006-2021.
Fuente: COCHILCO (2023a).

[40] COCHILCO. (2023a). Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2022.
[41] COCHILCO. (2023b). Proyección del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre 2022-2033.

Respecto del consumo energético por procesos de la minería del cobre, los tres más demandantes son: la mina a cielo abierto, con un consumo energético de 74,082 TJ que constituyen el 39,9% del total energético; seguido por el proceso de concentración con 52,907 TJ (28,5%); y la lixiviación con 23,744 TJ (12,8%). En cuanto a la distribución del tipo de energía utilizada por proceso, en la mina rajo predomina el consumo de combustibles, representando el 78,9% del total consumido en la minería. Por otro lado, en los procesos de concentración y lixiviación, es el consumo eléctrico el que prevalece, abarcando el 52,5% y el 19,4% del consumo total eléctrico minero en 2022, respectivamente. La Figura 19 muestra los consumos energéticos por proceso y tipo de energía para ese año.

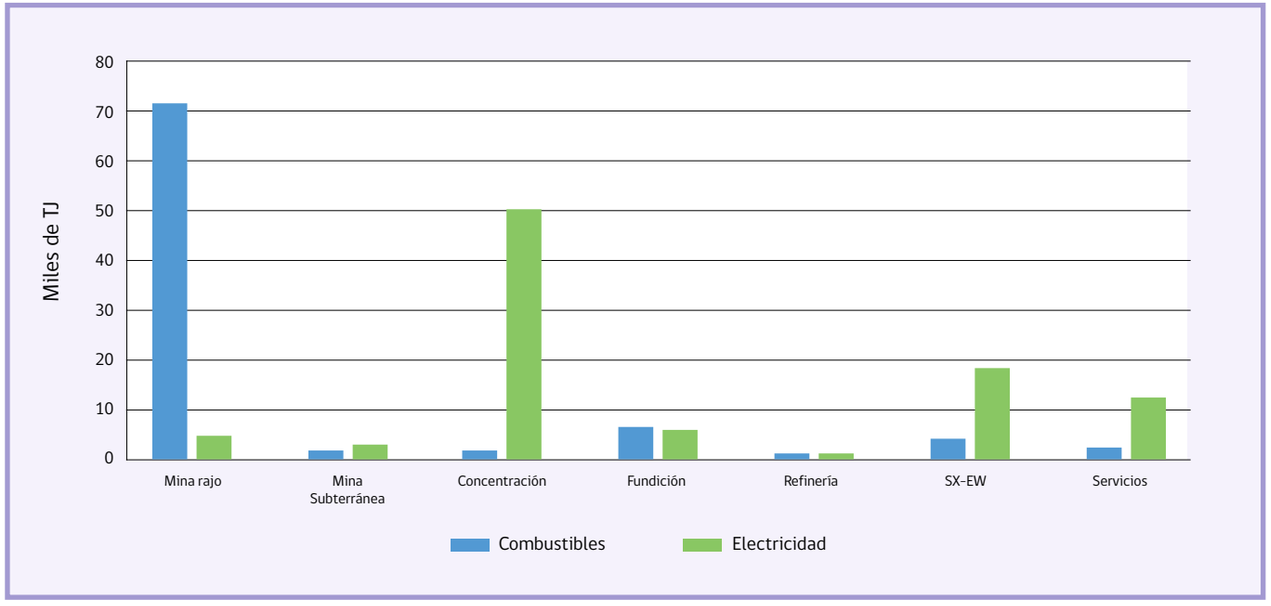


Figura 19. Consumo de electricidad y combustibles por procesos en la minería del cobre, 2022.
Fuente: COCHILCO (2023a).

Además, la evolución del consumo desde 2001 hasta 2022 revela un aumento en la intensidad de uso tanto de combustibles, como de electricidad, en los procesos principales. El consumo de combustibles en la mina rajo se ha incrementado del 55,6% del total en 2001 al 78,9% en 2022. En términos de electricidad, el proceso de concentración se ha consolidado como el mayor consumidor, aumentando su participación del 42,6% en 2001 al 52,5% en 2022.

Este aumento en el consumo energético se debe a varios factores inherentes a la industria del cobre en Chile. Entre las causas estructurales, destaca el progresivo envejecimiento de las minas, que conlleva una reducción en las leyes del mineral. Esto significa que es necesario mover y procesar más material para extraer la misma cantidad de cobre que en el pasado. Además, las rocas se han vuelto más duras y las distancias de transporte dentro de las minas han aumentado. Estos cambios han elevado significativamente el consumo de energía, tanto de combustibles como de electricidad. Además, las plantas desalinizadoras y el sistema de bombeo de agua marina hacia las faenas requieren de un alto consumo de electricidad, el cual representó el 9% del total del consumo eléctrico en la minería del cobre durante el año 2022.

COCHILCO pronostica un notable crecimiento en el uso de electricidad en la industria minera del cobre, con un aumento estimado del 39,5%, pasando de 23,5 teravatios-hora (TWh) en 2022 a 32,8 TWh en 2033. Aunque la producción de cobre se espera que crezca un 23,1% en el mismo periodo, el incremento en el consumo eléctrico se debe principalmente al elevado uso energético en el proceso de concentración. Se proyecta que este proceso, por sí solo, consumirá 21,7 TWh en 2033, lo que constituirá el 66,1% del consumo eléctrico del sector[42].

Para reducir el consumo energético y las emisiones de GEI en el sector minero, se está avanzando notablemente en el uso de estas energías limpias, esperándose que una parte significativa del consumo eléctrico futuro provenga de fuentes renovables. Según datos de COCHILCO, en 2022 el 67% de la demanda eléctrica del sector minero provino de energías renovables[43]. Analizando por el tamaño de las operaciones mineras, ENAMI obtuvo el 100% de su electricidad de fuentes renovables, la gran minería alcanzó el 85%, la mediana minería el 55% y Codelco implementó un contrato de suministro renovable que representó el 13% de su consumo eléctrico total.

La Política Nacional Minera 2050 (PNM2050) constituye un punto de referencia para la industria y para el Estado. Esta política

[42] COCHILCO (2023b)

[43] COCHILCO (2023a).

fija metas para la industria y el Estado, a corto (2025), mediano (2030) y largo plazo (2050) para cumplir con el objetivo de desarrollar una minería sostenible que siga aportando a la economía del país y que produzca los minerales que el mundo va a requerir para enfrentar la crisis climática, al ser el cobre y el litio esenciales para las energías limpias y la electromovilidad[44].

La PNM2050 apunta a desarrollar un modelo de desarrollo minero que cuente con tres ejes: económico, social y ambiental, además

de una base institucional. Enfocándose en el pilar ambiental, la política establece metas ambiciosas en el componente de mitigación, apuntando a que la gran minería reduzca sus emisiones (directas e indirectas) en un 50% para 2030 y alcance la carbono neutralidad para 2040. Además, se proponen metas específicas para la reducción de emisiones de material particulado MP_{10} y $MP_{2.5}$ para 2025. Además, tiene metas concretas asociadas a eficiencia energética, generación de planes de flota cero emisión, contratos de compraventa de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, entre otros. En cuanto a la adaptación, la política también incluye objetivos relacionados con la gestión de riesgos a lo largo de toda la cadena de valor minera y la generación de impactos netos positivos en la biodiversidad, entre otros aspectos.

Asimismo, la LMCC y la ECLP son instrumentos que identifican al sector minería como un sector con responsabilidad concreta en el cumplimiento de nuestros compromisos internacionales en materia de mitigación y adaptación. Por un lado, la LMCC, mandata la creación de diversos planes para la gestión del cambio climático, a diversas escalas (sectorial, regional, y comunal). En específico, el sector minero deberá realizar su PSMA, como también participar activamente de los PSM de otros ministerios y en los Planes de Acción Regional y Comunal de Cambio Climático, cuando corresponda.

En complemento, la ECLP establece un presupuesto sectorial para minería de 174,1 $MtCO_2eq$ para el periodo 2020-2030, para lo que se debe alcanzar una reducción en el periodo de más de 6 Mt CO_2eq respecto de lo proyectado en la línea base y las fuentes asignadas. También en este documento se fijan los siguientes objetivos para el sector:

- Objetivo 1: Desarrollar estrategias y/o proyectos de manera colaborativa, fomentando la participación directa de comunidades aledañas y pueblos indígenas.
- Objetivo 2: Minimizar los efectos ambientales armonizando el desarrollo de la actividad minera con el medio ambiente, impulsando proyectos para reducir el uso de agua dulce fresca en las operaciones mineras y soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse al cambio climático.
- Objetivo 3: Minimizar, abordar y gestionar los impactos generados por los relaves activos, abandonados y críticos de la actividad minera.
- Objetivo 4: Estar a la vanguardia en la mitigación al cambio climático impulsando el suministro basado en fuentes de energías renovables y promoviendo la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) para el uso de tecnologías bajas o neutras en emisiones.
- Objetivo 5: Incorporar criterios de adaptación y riesgo al cambio climático en el diseño y operación de las faenas mineras con un foco multidisciplinario y local (considerando toda la infraestructura necesaria: faenas de alta montaña y en borde costero).
- Objetivo 6: Liderar el modelo de economía circular con un foco en el desarrollo de soluciones locales, reutilización de residuos e infraestructura y uso eficiente de recursos.

El sector minero ha reconocido la importancia de avanzar en acciones de mitigación. Además de los esfuerzos enmarcados en la PNM2050, desde el ámbito público se han intensificado los análisis y reportes de variables como energía y agua, y su correspondencia en emisiones. También se ha fomentado el financiamiento de proyectos de autoabastecimiento eléctrico renovable para la pequeña minería, lo que ha permitido reducir el consumo de diésel, mejorar la productividad y la calidad de vida de los trabajadores y generar condiciones habilitantes para el desarrollo seguro de proyectos que empleen hidrógeno verde en las faenas mineras. Adicionalmente, el 20 de diciembre de 2023, se publicó en el Diario Oficial la Resolución Exenta N°3.460 del Ministerio de Minería, que inicia la elaboración del anteproyecto de los planes sectoriales de mitigación y adaptación al cambio climático del sector minero. Este sector contará con un plan integrado que incluirá componentes de mitigación y adaptación.

Las empresas estatales también han avanzado en mitigar sus emisiones de GEI. CODELCO lanzó su Política de Sustentabilidad, en la cual hay un pilar dedicado a la reducción de sus emisiones, esperadas con la incorporación de nuevas tecnologías, contrato de suministro eléctrico renovable y apoyo en la reducción de las emisiones indirectas de su cadena de valor. La meta de la empresa es reducir en un 70% las emisiones de alcance 1 y 2 al 2030, respecto de 2019, y lograr la carbono neutralidad al 2050. ENAMI, en tanto, cuenta con un suministro de energía eléctrica 100% renovable y a finales de 2023 presentó al SEIA el proyecto de modernización de la fundición Hernán Videla Lira (Paipote) que contará con los más altos estándares tecnológicos, haciendo así más eficiente su uso energético y por ende una menor intensidad de emisiones.

El Consejo Minero es una asociación gremial que reúne a las empresas mineras de mayor tamaño que producen en Chile, teniendo como objetivo principal el impulso del desarrollo competitivo y sustentable del sector minero y su entorno. Las empresas que lo componen representan el 94% de la producción nacional

[44] Ministerio de Minería (2021)

de cobre. Como parte de este consejo, las empresas socias de la gran minería se han propuesto metas a nivel corporativo de reducción de emisiones. Las empresas que han definido estas metas de reducción, actualizadas a mayo de 2024, son: Anglo American, Antofagasta Minerals, Barrick, BHP, Caserones, CMP, CODELCO, Candelaria, Collahuasi, Freeport, Glencore, KGHM, Rio Tinto y Teck. Dentro de ellas, hay siete empresas que tienen metas de carbono neutralidad o balance neto cero emisiones a más tardar en 2050[45].

Para el cumplimiento del compromiso sectorial de minería, es necesario realizar un trabajo conjunto con el sector energético, ya que las fuentes de emisión realizan combustión o procesos intensivos en uso de electricidad. En esta línea, se han realizado esfuerzos conjuntos respecto de la futura oferta y demanda nacional de hidrógeno verde, desarrollando programas de eficiencia energética e incorporación de ERNC en minería, entre otros.

Para el presente Informe Bienal, el Ministerio de Minería ha trabajado en 17 medios de implementación, de los cuales 13 se reportaron en el 5IBA. En la Tabla 16, se presentan los medios de implementación reportados por el Ministerio de Minería.

Tabla 16. Medios de implementación reportadas por el Ministerio de Minería.

Nombre	Medio de implementación reportado o nuevo	Estado	Periodo de implementación
Evaluación y recomendaciones para el desarrollo de normas de seguridad que permitan desbloquear el uso del hidrógeno verde en el sector minero	Reportado	Aplicado	2021-2022
Programa de formación de gestores energéticos en la industria y minería, para profesionales de ENAMI	Reportado	Aplicado	2022
Avance en condiciones habilitantes para la validación tecnológica de H2V en operaciones mineras	Nuevo	Aprobado	2025 en adelante
Estudio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Minería del Cobre	Reportado	Aprobado	2007 en adelante
Política de Sustentabilidad de Codelco	Reportado	Aprobado	2021 en adelante
Metas 2030 para la sustentabilidad en Codelco	Reportado	Aprobado	2020 - 2030
Codelco Carbono Neutral al 2050	Reportado	Aprobado	2020 - 2050
Calculadora Huella Carbono Proveedores de la Minería	Reportado	Aprobado	2022 en adelante
Guía sobre emisiones en la cadena de suministro de la minería: Línea base sectorial y propuestas para la acción	Reportado	Aplicado	2022
Proceso de Segmentación de Proveedores de Codelco con soporte de la Cámara de Comercio de Santiago	Reportado	Aplicado	2022
Política Nacional Minera 2050	Reportado	Aprobado	2022-2050
Plan Nacional de Depósitos de Relaves	Reportado	Aprobado	2021 en adelante
Medidas para el sector industria y minería del Plan de Mitigación Gases de Efecto Invernadero para el sector Energía	Reportado	Aprobado	2017-2024
Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación de Cambio Climático de Minería	Nuevo	En diseño	2025-2029
Plan de Acción Tecnológico del Sector Minero	Nuevo	En diseño	2025 en adelante
Política de Fomento a la Pequeña Minería	Nuevo	En diseño	2024 en adelante

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Minería.

[45] Consejo Minero (2024)

Descripción de los medios de implementación reportados

A continuación, se presenta la descripción en detalle de los medios de implementación reportados en la Tabla 16.

- **Evaluación y recomendaciones para el desarrollo de normas de seguridad que permitan desbloquear el uso del hidrógeno verde en el sector minero**

Dada la oportunidad que presenta el hidrógeno verde, tanto para su producción en territorio nacional como para su uso en la descarbonización de la matriz energética, se determinó la necesidad de desarrollar estudios que permitan la integración de esta tecnología.

Se diseñó un estudio con el objetivo de profundizar en las medidas de seguridad para el uso de hidrógeno verde en la industria minera. Titulado "Recomendaciones de desarrollo de regulación de seguridad para habilitar el uso de hidrógeno verde en minería a rajo abierto"[46], este estudio fue financiado con aportes del Banco Mundial durante 2021 y 2022 y se publicó en agosto de 2022.

- **Programa de formación de gestores energéticos en la industria y minería, para profesionales de ENAMI**

Con la finalidad de entregar conocimientos asociados a la gestión de la energía a profesionales de ENAMI, 20 profesionales de la empresa comenzaron en abril de 2022 un programa de Formación de Gestores Energéticos en la Industria y Minería, edición minería 2022. El programa fue dictado por la Agencia de Sostenibilidad Energética.

- **Avance en condiciones habilitantes para la validación tecnológica de H2V en operaciones mineras**

Durante 2023, se llevaron a cabo estudios para analizar la política comparada sobre el uso de hidrógeno verde (H2V) en operaciones mineras. Como resultado, se obtuvieron recomendaciones en términos normativos y directrices sobre las lagunas que deben abordarse en los pilotos tecnológicos para salvaguardar la salud y seguridad ocupacional de los operadores. Actualmente, SERNAGEOMIN está en proceso de desarrollar los estudios necesarios para realizar modificaciones normativas que reconozcan los pilotos tecnológicos y fomenten el uso seguro de H2V en operaciones mineras, considerando su cadena de valor y la interacción con otros actores estatales en roles de fiscalización.

- **Estudio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Minería del Cobre**

Para lograr un menor nivel de emisiones GEI en los procesos mineros es necesario una medición precisa, metodológicamente consistente y periódica. En esa línea, COCHILCO decidió en el año 2007 realizar un estudio que aportara al desarrollo de una minería sustentable, mediante una línea de trabajo permanente conducente a la cuantificación de emisiones de GEI, presentando ese año la primera serie de emisiones desde 1995 al 2006. Ello fue y ha sido posible hasta el día de hoy gracias a la amplia colaboración de las empresas que entregan a COCHILCO año a año sus antecedentes de consumos de combustibles y electricidad y datos de producción. Este estudio sigue vigente y se publica su versión actualizada cada año.

- **Política de Sustentabilidad de Codelco**

En 2021, CODELCO publicó su Política Corporativa de Sustentabilidad, en donde compromete a lo siguiente:

1. Cuidar el medio ambiente: gestionar preventivamente los riesgos medioambientales para cumplir con la normativa, prevenir la contaminación, y minimizar el impacto en biodiversidad, patrimonio cultural y personas. Desarrollar depósitos de relaves sustentables y reducir el uso de agua, energía, residuos y emisiones.

2. Mitigar y adaptarse al cambio climático: reducir los GEI en procesos propios y de proveedores mediante iniciativas y tecnologías costo-efectivas. Adaptar la infraestructura y el diseño de proyectos a los nuevos riesgos del cambio climático.

3. Valor social en los territorios: fomentar relaciones de respeto y colaboración con las comunidades para contribuir al desarrollo social, económico e institucional de los territorios y sus grupos de interés a corto, mediano y largo plazo.

4. Reconocer y apoyar el desarrollo de los pueblos indígenas: reconocer y respetar a los pueblos originarios y sus culturas, promoviendo su desarrollo social y fomentando la colaboración para alcanzar resultados mutuamente beneficiosos.

5. Respetar los derechos humanos: respetar los Principios Rectores de la ONU sobre Derechos Humanos y Empresas, así como las culturas, costumbres y valores de todos los grupos con que se relaciona.

6. Innovar en cierre de faenas: Implementar una gestión progresiva de cierre de faenas con criterios de "diseño y operación para el cierre", incorporando innovación y tecnología para asegurar un legado positivo tras la actividad minera.

7. Garantizar producción responsable: Prevenir la corrupción y mantener altos estándares éticos en toda la cadena de valor, reportando de manera transparente para asegurar un suministro y proceso productivo responsable.

[46] The World Bank y Quinetic (2022)

Foto: Nicolás Smith D.

CODELCO inició la descarbonización de su suministro eléctrico en 2018 con Engie Energía Chile. En 2022, modificó contratos con Colbún y en enero de 2023 con AES Andes. En mayo de 2024, actualizó el contrato de 2007 con Engie para asegurar una matriz energética 100% limpia para 2030.

En el segundo semestre de 2022, se puso en operación la mayor flota de buses eléctricos en la minería de Chile, con 155 equipos. Además, comenzó un piloto del primer cargador subterráneo 100% eléctrico en la mina subterránea de la División El Teniente.

La empresa también ha establecido programas, alianzas, pilotos y otras iniciativas para avanzar en sus metas de sustentabilidad[47].

- **Codelco Carbono Neutral al 2050**

Compromiso suscrito por Codelco ante el ICMM (Consejo Internacional de Minería y Metales; ICMM, por sus siglas en inglés) para emisiones netas de GEI de alcance 1 y 2 netas para el año 2050 o antes.

Durante 2022, la empresa avanzó en nuestra ruta hacia la carbono-neutralidad, mediante progresos en la transición energética hacia la descarbonización con el impulso a la electromovilidad.

- **Calculadora Huella Carbono Proveedores de la Minería**

Se desarrolló una metodología y herramienta estandarizada para cuantificar las emisiones de CO_2 de los principales productos y servicios utilizados en la minería, utilizando como base los conocimientos generados en la "Guía sobre emisiones en la cadena de suministro de la minería".

El proyecto, llevado a cabo por CODELCO en conjunto con la Corporación Alta Ley y con la colaboración de APRIMIN (Asociación de Proveedores Industriales de la Minería) y SONAMI, dio lugar a una herramienta[48] innovadora y gratuita para la industria del cobre, publicada en diciembre de 2022. Esta iniciativa permite a CODELCO homologar la metodología de cálculo y comparar correctamente entre proveedores, con el objetivo de medir, gestionar y reducir al máximo las emisiones asociadas a los insumos y productos que recibe.

Actualmente, el proyecto se encuentra en fase de pilotaje con la participación de 20 proveedores de CODELCO. Tras comprobar su utilidad, CODELCO, el Ministerio del Medio Ambiente y la Corporación Alta Ley firmaron un convenio para transferir la herramienta a Huella Chile, el programa oficial de cuantificación de emisiones del ministerio, ampliando las opciones para gestionar las emisiones indirectas de carbono de la industria minera. En octubre de 2024 los proveedores recibieron un sello de cuantificación de huella de sus productos, otorgado por el MMA.

- **Guía sobre emisiones en la cadena de suministro de la minería: Línea base sectorial y propuestas para la acción**

Este estudio[49] mandatado por el Ministerio de Minería, con apoyo del BID y ejecutado por Corporación Alta Ley, buscó generar un marco teórico sobre las emisiones de Alcance 3 en la minería del cobre, ofreciendo una caracterización de la organización industrial de la cadena de suministros de los principales insumos y servicios. Además, se propuso una herramienta de cálculo para estimar las emisiones de Alcance 3, adaptada a las particularidades y oportunidades de la minería del cobre en Chile.

- **Proceso de Segmentación de Proveedores de Codelco con soporte de la Cámara de Comercio de Santiago**

Incorporar elementos de sustentabilidad ESG (Ambiental, Social y Gobernanza; ESG, por sus siglas en inglés) en los criterios para la ponderación de proveedores, de modo de priorizar las licitaciones a quienes estén mejor evaluados.

[47] Enlace a avances de sus compromisos de desarrollo sustentable 2030: https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/edic/base/port/avances_sustentabilidad.html

[48] Enlace a calculadora: https://www.huellaminera.cl/

[49] Ministerio de Minería y BID (s.f.)

- **Política Nacional Minera 2050**

La Política Nacional Minera 2050 (PNM 2050) es un punto de partida tanto para la industria minera como para el Estado. Esta política establece metas a corto (2025), mediano (2030) y largo plazo (2050) con el objetivo de desarrollar una minería sostenible que proporcione los minerales necesarios para enfrentar la crisis climática, generar empleo, inversión y progreso en las regiones. Busca establecer nuevos estándares de desarrollo y alinear a los distintos actores con los consensos alcanzados.

La PNM 2050 fue publicada en el Diario Oficial el 28 de enero de 2023. Hasta la fecha, se estima que más del 75% de las metas han mostrado algún grado de avance. Esta política se actualizará cada 5 años.

- **Plan Nacional de Depósitos de Relaves**

El Plan Nacional de Depósitos de Relaves (PNDR) fue publicado en julio de 2021 mediante la Resolución Exenta N°4037 del Ministerio de Minería. Actualmente, se está revisando y actualizando el PNDR para asegurar su correcta aplicabilidad y materialización.

El Plan se organiza en tres ejes de trabajo, cada uno con su plan de acción:

1. Seguridad de la población (dimensión social)
2. Minería compatible con el medio ambiente (dimensión ambiental)
3. Economía circular e innovación

En cuanto al Eje 1, se han formalizado las siguientes acciones:

- Convenio entre SERNAGEOMIN y el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, para implementar el Observatorio Nacional de Relaves (ONR).
- Colaboración entre el Ministerio de Minería y SERNAGEOMIN para modificar el D.S. N°248, relacionado con el diseño, construcción, operación y cierre de depósitos de relaves.
- Gestiones con la DGA para revisar el DS N°50/2015 del Ministerio de Obras Públicas y analizar redundancias normativas.
- Protocolo entre SENAPRED y SERNAGEOMIN, aprobado en 2020, para responder ante emergencias en depósitos de relaves.
- Elaboración de un Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación de Cambio Climático en Minería, que incluye depósitos de relaves.

La revisión del PNDR se centra en los Ejes 2 y 3, requiriendo estudios legales para su actualización e implementación. En el Eje 2, se analiza la Ley 19.300 de Medio Ambiente, especialmente en cuanto a la reubicación de depósitos abandonados. En el Eje 3, se evalúa el marco normativo vigente para reprocesamiento y reutilización, enfocándose en reglamentaciones que dificultan el uso de depósitos de relaves como materia prima

- **Medidas para el sector industria y minería del Plan de Mitigación Gases de Efecto Invernadero para el sector Energía**

El Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía se publicó en diciembre del 2017, y su objetivo principal es evaluar el impacto en reducción de emisiones de las medidas establecidas en la Política Energética Nacional. Su papel es apoyar al país para alcanzar una economía y una matriz energética significativamente más baja en carbono. En este Plan se establecen acciones hacia el 2030 para el sector de industria y minería, como son medidas de eficiencia energética mediante estándares mínimos de eficiencia en equipos industriales y mineros y el desarrollo del mercado de eficiencia energética en la minería e industria para reducir los consumos de combustibles.

Dada la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático, este plan se encuentra en proceso de actualización, proceso que es liderado por el Ministerio de Energía.

- **Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación de Cambio Climático de Minería**

La Ley Marco de Cambio Climático mandata al Ministerio de Minería a elaborar un Plan Sectorial de Mitigación y un Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático. Con el objetivo de optimizar el uso de recursos y tiempo, se decidió hacer un plan integrado, que contenga ambas componentes. Durante el año 2022, el Ministerio de Minería adelantó la redacción del capítulo de diagnóstico sectorial, identificó brechas de información y diseñó el plan de trabajo para el proceso de elaboración del plan, mientras se esperaba la publicación del reglamento. Durante 2023 se realizó un taller preparatorio con empresas y un evento de lanzamiento, para luego en diciembre dar inicio formal al proceso de elaboración. Durante enero de 2024 se realizó el proceso participativo y se comenzó a redactar el anteproyecto del plan, el cual comenzó su consulta pública el 12 de junio, finalizándola el 9 de agosto. Se espera que la versión definitiva del plan se presente al Consejo de Ministros para la sustentabilidad y el Cambio Climático en 2024.

- **Plan de Acción Tecnológico del Sector Minero**

La Política Nacional Minera 2050 establece como meta N°57 la priorización de un plan de acción tecnológica para el sector dentro de la estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático 2025. Este está también contenido como un medio de implementación en nuestro PSMA de Cambio Climático de Minería. En esta línea, se ha iniciado el proceso desde la etapa de identificación y priorización de tecnologías mediante un estudio de prospección tecnológica, orientado a explorar oportunidades de I+D+i en el sector. Los resultados de

este estudio serán analizados en la etapa siguiente de Análisis de Barreras y Marco Habilitante, con el fin de elaborar el plan de acción tecnológica (PAT).

- **Política de Fomento a la Pequeña Minería**

El Ministerio de Minería, junto a ENAMI y SERNAGEOMIN, han sido instituciones que han dedicado esfuerzos relevantes al fomento de la pequeña minería en Chile, destacando dentro el DS 76/2003 que define instrumentos de fomento que se ejecutan desde ENAMI y el programa PAMMA que se ejecuta desde el Ministerio de Minería.

En 2022, el Ministerio de Minería, asumiendo el mandato de la Política Nacional Minera 2050, inicia el proceso de elaborar la Política de Fomento a la Pequeña Minería, entendiendo este documento como el marco estratégico bajo el cual se diseñarán, articularán e implementarán las futuras acciones de fomento, usando como base los instrumentos existentes, pero también ampliando el rango de actores involucrados e instrumentos a ejecutar. En agosto 2024 se lanzó el anteproyecto de política a consulta pública, finalizando el viernes 27 de septiembre.

Dentro de los ejes propuestos en el anteproyecto se encuentra el Eje N°3: Faena y explotación, en el cual hay un objetivo específico que hace mención a cambio climático (OE 3.4: Disminuir el impacto ambiental de la pequeña minería metálica y no metálica en actividades operativas hasta el cierre, incorporando enfoques de economía circular y cambio climático). Se espera que, al incorporar las observaciones de la consulta pública, este objetivo específico se fortalezca.

Medidas de mitigación reportadas

En cuanto a las medidas de mitigación, para el presente reporte el Ministerio de Minería ha trabajado en tres medidas, las cuales se resumen en la Tabla 17. Más detalles de cada medida se encuentran en el **Anexo 1: Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación** *(Anexo 1 del capítulo 3).*

Tabla 17. Medidas de mitigación reportadas por el Ministerio de Minería.

Nombre	Medida reportada anteriormente o nueva	Estado	Periodo de implementación
Metas 2030 para la sustentabilidad en Codelco	Reportada	Aprobada	2020 - 2030
Proyecto de Entrega de Sistemas Fotovoltaicos	Reportada	Aplicada	2021 - 2023
Programa FNDR de minería para la Región de Atacama llamado "Transferencia Asistencia Técnica provincial Pequeña Minería Región de Atacama"	Reportada	Aplicada	2020 - 2023

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Minería.

Foto: Tomás Gómez

3.4.1.4 Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud es el organismo encargado de formular y fijar las políticas de salud que se desarrollan dentro del territorio nacional. Entre ellas destacan: ejercer la rectoría del sector salud, dictar normas generales sobre materias técnicas, administrativas y financieras, velar por el debido cumplimiento de las normas en materia de prevención, fomento y recuperación de la salud, efectuar la vigilancia sanitaria y ambiental de factores incidentes en la salud pública, evaluar la situación de salud de la población y fijar las políticas y normas de inversión en infraestructura y equipamiento de los establecimientos públicos que integran las redes asistenciales, entre otras materias de índole sanitaria establecidas por Ley.

En materia de mitigación de gases de efecto invernadero, el Ministerio de Salud, en colaboración el Ministerio de Medio Ambiente, se encuentra actualmente en proceso de elaboración del Plan Sectorial de Mitigación para abordar la reducción de gases de efecto invernadero asignados al sector salud a través de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), de los cuales, el principal gas corresponde a metano (CH_4) producido por la gestión de residuos sólidos .

En este sentido, el Código Sanitario (DFL N°725/68) le entrega al Ministerio de Salud facultades regulatorias y de fiscalización en materias relativas a salud ambiental, y en especial en lo que respecta al manejo de residuos. De la misma manera, la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente[50], le entrega facultades al Ministerio del Medio Ambiente para proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos, mientras que la Ley N°20.920, Ley Marco para la Gestión de Residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, le entrega instrumentos para prevenir lageneración de residuos y promover su valorización.

Con lo anterior, queda de manifiesto, que las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del sector residuos, deben ser abordadas por ambos ministerios, de Salud y Medio Ambiente, dado sus competencias y atribuciones sobre la materia.

Adicionalmente, considerando el trabajo que se encuentra desarrollando el Área de Gestión Ambiental y Sustentabilidad Hospitalaria del Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de la División de Gestión y Desarrollo de las Personas (DIGEDEP) respecto de la medición de la Huella de Carbono de los establecimientos de salud de la red pública, y al objetivo de impacto establecido en el Eje Estratégico N°7 de la Estrategia Nacional de Salud (ENS), sobre "Fortalecer la infraestructura y equipamiento del sector con enfoque de equidad dando respuesta a las necesidades de salud de la población", se propuso incluir también en el Plan Sectorial de Mitigación del Ministerio de Salud, los esfuerzos de mitigación relacionados con la continuidad de la medición de la huella de carbono y eficiencia energética en los establecimientos de salud de la red pública del país, principalmente hospitales, como una forma de aminorar las emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones de administración del sector salud.

Por otro lado, el Eje Estratégico N°2 de la ENS, "Estilos de Vida", releva que el acceso a alimentos inocuos es fundamental para mantener la vida y la buena salud. De esta manera, considerando que las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) generan una alta carga de enfermedad en el mundo, se hace necesario fortalecer la implementación de políticas de inocuidad que a su vez contribuyan a reducir el desperdicio de alimentos sin perder de vista la Salud Pública. De esta manera, se consideró relevante incorporar en el Plan, lo relacionado con evitar el desperdicio de alimentos.

Con todo lo anterior, el Departamento de Salud Ambiental (DESAM) y el Departamento de Nutrición y Alimentos (DAN), ambos de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción (DIPOL), de la Subsecretaría de Salud Pública, el Área de Gestión Ambiental y Sustentabilidad Hospitalaria del Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de la División de Gestión y Desarrollo de las Personas (DIGEDEP), y el Departamento de Arquitectura de la División de Inversiones, ambos de la Subsecretaría de Redes Asistenciales, han liderado la elaboración del Plan Sectorial de Mitigación al interior del Ministerio de Salud, en coordinación con el Departamento de Gestión del Riesgo en Emergencias y Desastres (DEGREYD) del Gabinete de la Ministra de Salud y otras unidades de MINSAL.

De la misma manera, han formado parte de este trabajo, la Oficina de Economía Circular (OEC) y el Departamento de Mitigación y Transparencia de la División de Cambio Climático, ambos del Ministerio del Medio Ambiente.

Participaron también en la elaboración del anteproyecto, los siguientes organismos: Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE) del Ministerio del Interior y Seguridad Pública; Ministerio de Hacienda; Ministerio de Desarrollo Social y la Familia (MDSF); Elige Vivir Sano de MDSF; Ministerio de Educación (MINEDUC); Junta de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB); Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU); Ministerio de Economía (MINECON); Ministerio de Energía; Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimientos e Innovación; Ministerio de Agricultura (MINAGRI); Ministerio de Obras Públicas; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA); Servicio Agrícola y Ganadero (SAG); Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP); Servicio de Evaluación Ambiental (SEA); Agencia para la Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC); Agencia Chilena para la Inocuidad Alimentaria (ACHIPIA); Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC); Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), y Fondo Nacional de Inversión Social (FOSIS).

A la fecha, se finalizó con la elaboración del proyecto definitivo del Plan Sectorial de Mitigación, en el cual se identificaron los esfuerzos de mitigación, que se concentran en 5 grandes medidas, y agrupan un total de 36 acciones y 47 subacciones, tal como se indica en la Tabla 18.

[50] Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1994)

Tabla 18. Medidas de mitigación presentes en Plan Sectorial de Mitigación MINSAL.

Nombre Medida	Descripción de medida	Potencial mitigación 2020 – 2030 ($MtCO_2$ eq)	%
Valorización de residuos orgánicos (compostaje domiciliario, compostaje en establecimientos educacionales, compostaje a gran escala)	Las iniciativas de compostaje abarcan tres enfoques: en viviendas, establecimientos educacionales y a gran escala. En viviendas, se propone el uso de composteras individuales para transformar residuos orgánicos en compost, reduciendo su eliminación en vertederos. En establecimientos educacionales, la instalación de composteras busca educar y valorizar residuos orgánicos dentro de las comunidades escolares. A nivel municipal, la creación de plantas de compostaje a gran escala permitirá tratar residuos orgánicos recolectados, evitando su disposición en rellenos sanitarios y reduciendo emisiones de metano, promoviendo un manejo sostenible y eficiente de residuos.	-0,09 [51]	-1,4
Captura y valorización/quema de biogás en rellenos sanitarios existentes y nuevos	Las iniciativas de biogás en rellenos sanitarios incluyen la instalación de sistemas de captura y valorización o quema de biogás tanto en rellenos preexistentes como en nuevos. Para 2035, se busca que el 100% de los rellenos sanitarios tradicionales (no manuales) cuenten con estos sistemas, con el objetivo de minimizar la emisión de gases a la atmósfera. Esto implica implementar sistemas de captura en todos los rellenos sanitarios existentes y nuevos, promoviendo una gestión sostenible y reduciendo el impacto ambiental de las emisiones de biogás.	5,65	91,0
Reciclaje de papel y cartón	Implementación de un sistema de recolección y acumulación selectiva de residuos reciclables, específicamente papel y cartón para ser posteriormente reciclados por externos. El objetivo es alcanzar progresivamente un 70% de reciclaje de papel y cartón para 2035 y mantener este porcentaje en el tiempo, evitando su disposición en rellenos sanitarios. Esto promoverá la valorización de residuos reciclables, reduciendo el impacto ambiental y fomentando una gestión más sostenible de los recursos.	0,36	5,8
Reducción del desperdicio de alimentos	Reducir el desperdicio de alimentos se enfoca en fortalecer Políticas Públicas que garanticen la disponibilidad de alimentos inocuos y promuevan la redistribución responsable conforme a la normativa sanitaria. Se busca prevenir que alimentos aptos para el consumo humano terminen en sitios de disposición final, vinculándose estrechamente con la Medida N°1. El objetivo es reducir el desperdicio de aproximadamente 1.905 kton de alimentos hasta el año 2030, promoviendo una gestión eficiente y sostenible de los recursos alimentarios.	0,27	4,3
Huella de carbono y programa de eficiencia energética en hospitales	Los ámbitos de intervención en establecimientos de salud incluyen la medición de la Huella de Carbono y la mejora de la eficiencia energética. El primero busca determinar la Huella de Carbono (alcances I, II y III) en el 100% de los hospitales nacionales para 2024, alineándose con el Objetivo 3 de la ECLP. Esto enfatiza la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la integración de la perspectiva de salud en políticas económicas y fiscales. El segundo se centra en optimizar el uso de energía a través de auditorías energéticas y la implementación de Sistemas de Gestión Energética, mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo sin comprometer la calidad del servicio.	0,02 [52]	0,4
	Total	**6,21**	**100**

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Salud.

[51] El potencial negativo en el corto plazo, significa que en los primeros años las emisiones de los proyectos de compostaje a gran escala, asociadas al tratamiento biológico, consumo de combustible y consumo de electricidad, son mayores que las emisiones evitadas de la línea base. Con el paso del tiempo, la acumulación de residuos orgánicos de la línea base revierte este efecto, que solo se observa en los primeros años.

[52] Valor calculado en las recomendaciones técnicas, desarrolladas por el Sistema Nacional de Prospectivas (SNP) y presentadas al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático en la sesión del 6 de octubre del año 2023.

Actualmente, se encuentra en la etapa de elaboración de proyecto definitivo. Luego de ello, se espera continuar con las fases que establece el reglamento relacionadas con la presentación ante el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático y los actos administrativos siguientes.

Se espera entonces que, con el trabajo coordinado y colaborativo con los organismos coadyuvantes, gobiernos regionales y locales, sector privado, entre otros actores, puedan ejecutarse las medidas comprometidas, con el propósito de no sobrepasar el presupuesto de emisiones que el MMA asignó al MINSAL para el periodo 2020-2030, contribuyendo al objetivo de la Ley Marco de Cambio Climático, de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050.

Para el presente Informe Bienal, el Ministerio de Salud reporta un medio de implementación, presentado en la Tabla 19.

Tabla 19. Medio de implementación reportado por el Ministerio de Salud.

Nombre	Medio nuevo o medio reportado en 2022	Estado	Periodo de implementación
Actualización del Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básica en los Rellenos Sanitarios	Reportado	Aprobado	Desde 2025 en adelante

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Salud.

Descripción del medio de implementación reportado

A continuación, se presenta la descripción en detalle del medio de implementación reportado en la Tabla 19.

- **Actualización del Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básica en los Rellenos Sanitarios**

Modificación normativa para la instalación de sistemas de captura y valorización/quema en todos los rellenos sanitarios para el año 2035 (nuevos y preexistentes), con el propósito de minimizar la emisión de estos gases a la atmósfera.

Se incorpora la modificación normativa para la instalación de sistemas de captura y valorización/quema en todos los rellenos sanitarios como una actividad en el Plan Sectorial de Mitigación del Ministerio de Salud.

3.4.1.5 Ministerio de Vivienda y Urbanismo

En materias de cambio climático, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) se encuentra trabajando de manera integral y coordinada en los territorios a diversas escalas: en vivienda, barrios y ciudades, estas últimas destacando por contemplar la mayor concentración de población, tendencia que tiene como consecuencia, un alto porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero, alto consumo de energía y mayor demanda en servicios, entre otros.

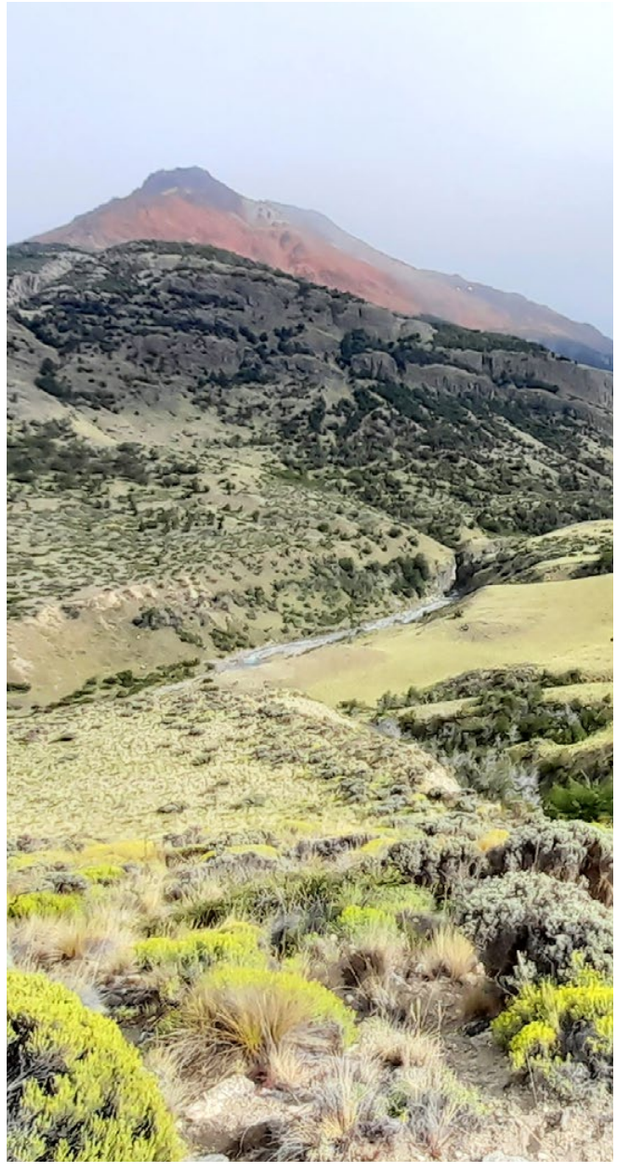


Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 20. Medios de implementación reportadas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Nombre	Medio nuevo o medio reportado 2022	Estado	Periodo de implementación
Calificación Energética de Viviendas (CEV)	Reportado	Aprobado	Desde 2012 con uso voluntario
Certificación de Vivienda Sustentable (CVS)	Reportado	Aprobado	La medida se encuentra vigente
Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (ENCS)	Reportado	Aprobado	2025 - 2050 reevaluada cada 5 años
Subsidio de acondicionamiento térmico de viviendas	Reportado	Aprobado	2008-2024
Subsidio para nuevo estándar térmico en zonas con Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA)	Reportado	Aprobado	2014-2024
Reglamentación Térmica nacional contenida en el Art. 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones	Reportado	Previsto	2025 - 2030
Política Nacional de Parques Urbanos (PNPU)	Reportado	Aprobado	2022 en adelante
Plan Ciclovías	Reportado	Aprobado	2014 - 2024
Programa Quiero Mi Barrio	Nuevo	Aprobado	2020 - 2030
Valorización de Residuos Orgánicos en Parques Urbanos	Nuevo	Aprobado	2020 - 2030

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Descripción de los medios de implementación reportados

A continuación, se presenta la descripción en detalle de los medios de implementación reportados en la Tabla 20.

- **Calificación Energética de Viviendas (CEV)**

A nivel institucional, el MINVU enfrenta la emergencia climática de manera transversal, abordándolo a través de diferentes medidas. Desde el año 2012, la División Técnica de Estudios y Fomento Habitacional (DITEC), ha implementado de forma voluntaria la **Calificación Energética de Viviendas (CEV)**, para la que se han implementado estrategias e instrumentos de fomento a su uso, de modo que se instalen capacidades para su uso obligatorio. Esta tiene como propósito evaluar, de manera objetiva y estandarizada, el requerimiento energético para lograr condiciones apropiadas al interior de las viviendas chilenas.

- **Certificación de Vivienda Sustentable (CVS)**

A su vez, desde la misma División, se está trabajando en la actualización de la **Certificación de Vivienda Sustentable (CVS)**. Certificación que nace el año 2018 como un sistema voluntario de certificación ambiental de viviendas, que evalúa diferentes criterios de sustentabilidad en la edificación durante las etapas de diseño y construcción, basado en dos documentos: los Estándares de Construcción Sustentable de Viviendas y en la Calificación Energética de Viviendas.

La CVS es un aporte al ámbito de la sustentabilidad, ya que permite el desarrollo de soluciones más amables con el medioambiente y una mejor calidad de vida para las familias. Tiene como objetivo acelerar la transición hacia una construcción que incorpore atributos de sustentabilidad, a través de la valorización de viviendas que entreguen información objetiva y confiable. Asimismo, con su implementación se pretende fomentar el uso voluntario de estándares de sustentabilidad en el mercado inmobiliario público y privado.

Al ser una materia que forma parte de la misión institucional, se consideró asumir la administración del sistema por parte de MINVU, por lo cual, se está trabajando para actualizar el modelo operativo, sus procedimientos, y a la vez, simplificar el proceso de certificación, como una forma de facilitar y hacer más efectiva su aplicación. En este sentido, una de las modificaciones de la Certificación, será la de agrupar los requerimientos en 4 ejes que deberán cumplir la vivienda sustentable: eficiencia energética, gestión de residuos de la construcción y demolición, eficiencia hídrica y gestión de calidad.

- **Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (ENCS)**

En materias de construcción, en el presente, se está actualizando la **Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (ENCS)**, instrumento desarrollado desde su primera versión en conjunto entre el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Obras Públicas, Energía y Medio Ambiente, en el cual se suman en esta segunda versión los Ministerios de Desarrollo Social y Familia, junto con Economía, Fomento y Turismo. Este nuevo instrumento integra en su desarrollo la metodología de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) con la finalidad de incorporar lineamientos estratégicos y metas para la incorporación de sustentabilidad en el ciclo completo de la edificación e infraestructura nacional, alineándose con las políticas nacionales ambientales y de cambio climático. Se espera que este instrumento esté enfocado en conducir al sector

construcción en Chile hacia la incorporación de criterios ambientales y de sustentabilidad en toda la edificación e infraestructura nueva y en la existente que lo amerite, al año 2050; mediante la definición de metas e indicadores alineadas a los compromisos nacionales e internacionales en estas materias. Adicionalmente, se pretende establecer lineamientos sobre **huella de carbono**, del sector construcción con el objetivo de fomentar la gestión sustentable de los recursos en el sector, a través del cálculo de huella de carbono a lo largo de todo el ciclo de vida de las edificaciones.

- **Subsidio de acondicionamiento térmico de viviendas**

Desde la División de Políticas Habitacionales (DPH), el **subsidio de acondicionamiento térmico de viviendas** permite mejorar la aislación térmica de viviendas de hasta 140 metros cuadrados pudiéndose excepcionalmente admitir viviendas de hasta 200 metros cuadrados, previa revisión del SERVIU de su factibilidad. Es así que este subsidio, permite que las familias beneficiadas accedan a ahorros en calefacción y que disminuyan los efectos de condensación al interior de las viviendas.

El objetivo es disminuir en 30% la demanda por consumo de combustible para la calefacción residencial. Para ello, en el año 2022, se asignaron en total 15.177 subsidios para acondicionamientos térmicos. En el año 2023, se asignaron en total 17.135 subsidios para acondicionamientos térmicos. En el año 2024, se asignaron 3.333 subsidios para acondicionamientos térmicos. De esta manera, a la fecha, suma un total de 236.560 subsidios.

Durante el año 2022 se asignaron 2.275 subsidios regulares (768.509 UF) para acondicionamiento térmico; según norma vigente, se asignaron 9.190 subsidios (3.040.433 UF) bajo estándares de los Planes de Descontaminación Atmosférica; y se asignaron otros 3.712 subsidios (634.487 UF) para acondicionamiento térmico en Condominios de Vivienda Social, totalizando ese año 4.443.429 UF para mejorar el acondicionamiento térmico de las viviendas.

Durante el año 2023 se asignaron 4.161 subsidios regulares (1.460.824 UF) para acondicionamiento térmico según norma vigente; se asignaron 8.685 subsidios (2.893.072 UF) bajo estándares de los Planes de Descontaminación Atmosférica, y se asignaron 4.289 subsidios (807.387 UF) para acondicionamiento térmico en Condominios de Vivienda Social, totalizando ese año 5.161.283 UF para mejorar el acondicionamiento térmico de las viviendas.

Durante el año 2024 se han asignado 1.644 subsidios regulares (573.928 UF) para acondicionamiento térmico según norma vigente, y se han asignado 1.689 subsidios (541.817 UF) bajo estándares de los Planes de Descontaminación Atmosférica, totalizando ese año 1.115.745 UF para mejorar el acondicionamiento térmico de las viviendas.

Se prevé continuar los llamados a postulación para otorgar subsidios de acondicionamiento térmico de la vivienda, mediante obras de mejoramiento.

- **Subsidio para nuevo estándar térmico en zonas con Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA)**

Sobre el **subsidio para nuevo estándar térmico en zonas con Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA)**, este subsidio para acondicionamiento térmico de viviendas tiene por objetivo mejorar la habitabilidad de las familias vulnerables de Chile. De esta manera, se asignaron para el año 2022, 9.190 subsidios en zonas con PDA; para el año 2023, 8.685 subsidios en zonas con PDA y en lo transcurrido de 2024, se han asignado 1.689 subsidios en zonas con PDA. En total, se han otorgado 73.172 subsidios en zonas con PDA.

Se espera que, sumando todos los PDA vigentes, se cumpla un objetivo final de entregar 209.000 subsidios para acondicionamiento térmico. De esta forma, se pretende seguir apoyando al desarrollo de los Planes de Descontaminación Atmosférica.

- **Reglamentación Térmica nacional contenida en el Art. 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones**

En este mismo contexto, desde la División de Desarrollo Urbano se busca avanzar en la implementación de un nuevo estándar para la envolvente térmica de las viviendas nuevas, mejorando su desempeño y habitabilidad. Para lo que se han generado las modificaciones correspondientes sobre la **Reglamentación Térmica nacional contenida en el Art. 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones** - OGUC, la que se espera tenga un periodo de implementación desde 2014 a 2024, teniendo como objetivo reducir en un 30% la demanda energética para calefacción en viviendas. El aumento del estándar sobre las actuales exigencias tendrá un impacto positivo en el desempeño energético de la vivienda y su habitabilidad (ventilación e infiltraciones de aire, puentes térmicos, puertas y condensación), lo que permitiría reducir patologías y asegurar la calidad del aire interior. Este objetivo es parte de los compromisos establecidos en la Agenda de Energía.

En la actualidad la propuesta se encuentra en revisión en el gabinete del Contralor General de la República. Adicionalmente, se ha incorporado el nuevo estándar térmico en viviendas nuevas que se construyan en zonas donde el MMA decrete un Plan de Descontaminación Atmosférica - PDA, mediante la incorporación del Art. 4.1.10 bis a la OGUC. A su vez MINVU ha incorporado estos estándares en viviendas nuevas del DS N°49 que no se encuentran en una zona con PDA, pero que adopten de manera voluntaria y mediante un subsidio adicional, los mismos estándares de la propuesta de actualización. También los estándares se aplican en las Viviendas Industrializadas Tipo aprobadas por la DITEC. Así mismo, parte de estos estándares se aplican en proyectos de acondicionamiento térmicos de condominios sociales y proyectos de habitabilidad rural (D.S.10/2015 de Ministerio de Vivienda y Urbanismo).

Hasta abril del presente año, se estaba a la espera de la toma de razón por parte de la CRG, para su posterior publicación en el Diario Oficial, para su entrada en vigencia 18 meses después de la publicación.

- **Plan de Ciclovías**

Respecto del **Plan de Ciclovías**, esta medida se inicia con la iniciativa a nivel nacional que contemplaba en su inicio la construcción de 190 kilómetros de ciclovías de alto estándar, distribuidas en las 16 regiones del país, beneficiando a 32 ciudades. Para la implementación de este Plan, se generaron diferentes acciones, las cuales se detallan a continuación:

1. A diciembre de 2019 se construyeron 236 km de ciclovías en todas las regiones. Meta cumplida y superada.
2. La OGUC fue modificada mediante D.S. N°109/2014 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, incorporando aspectos en materia de ciclovías y estacionamientos para bicicletas.
3. Se publicó en 2015 el manual de recomendaciones de diseño "Vialidad Ciclo-Inclusiva", el cual se ha convertido en el estándar para la implementación de ciclovías a partir de su publicación.
4. Hoy existe una red de ciclovías que cuenta con 114 contadores distribuidos en 23 ciudades, los cuales registraron solo en 2019, más de 11 millones de pasadas.
5. La información de los contadores, mapas interactivos con datos georreferenciados[53], manuales de diseño, y estudios de comportamiento y uso de las ciclovías, es material de público acceso.
6. El 10 de julio de 2021 se publicó el D.S. N°102/2021 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que "reglamenta las condiciones de gestión y seguridad de tránsito de las ciclovías y las especificaciones técnicas de los elementos de seguridad para los ocupantes de los ciclos y deroga decreto supremo N°116, de 1988". Este documento reemplaza lo señalado en el Manual de "Vialidad Ciclo-Inclusiva", define nuevos estándares de diseño y construcción de ciclovías, y traspasa la labor de planificación de los planes maestros de Ciclovías al MTT.
7. Se da continuidad a la cartera de ciclovías con la ejecución de 75 iniciativas, equivalentes a 230 km, aproximadamente.

A su vez, relacionado a la medida de Ciclovías, en implementación desde el año 2014, la que en la actualidad se ha mantenido con nuevas líneas de construcción de ciclovías derivadas de diversos instrumentos como por ejemplo Plan de Emergencia Habitacional, Planes de Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, entre otros, en donde se consolida una nueva cartera de iniciativas con las 75 obras en ejecución, lo que equivale a 230 km, aproximadamente.

El plan de ciclovías es una iniciativa que finalizó, superando los 190 kilómetros de ciclovías de alto estándar, distribuidas en las 16 regiones del país, beneficiando a 32 ciudades.

El Plan Ciclovías concluyó como compromiso asociado al V Plan de Acción de Gobierno Abierto el año 2022. Actualmente, la construcción de ciclovías se ha integrado de manera formal como componente de la línea de inversión de Movilidad Sustentable, con presupuestos anuales incluidos en la Ley de Presupuesto. En este sentido, MINVU continuará promoviendo el uso de la bicicleta como modo de transporte urbano, enfocándose en este nuevo período en los aspectos de planificación coordinada y participativa de las redes ciclo-inclusivas.

Para ello, se encuentra desarrollando una serie de estudios programados para modernizar las herramientas de planificación, gestión y evaluación de proyectos en esta línea, elementos que se pondrán a disposición de MDS, SECTRA, Municipios, Gobiernos Regionales, Servicios de Vivienda y Urbanización, y Organizaciones Privadas que desarrollen planes maestros, diseños y obras de ciclo-inclusión.

- **Valorización de Residuos Orgánicos en Parques Urbanos**

Respecto de la **Valorización de Residuos Orgánicos en Parques Urbanos**, a través de esta se busca reducir emisiones de gases efecto invernadero asociadas al urbanismo, por medio de un trabajo integrado con el Ministerio de Salud y el Ministerio de Medio Ambiente. Durante el año 2023, 32 parques urbanos cuentan con valorización de residuos orgánicos.

Dentro de las acciones previstas, se tiene proyectado efectuar una capacitación a nivel nacional a todos los profesionales del programa en las 16 regiones, articulada con los otros departamentos de la División de Desarrollo Urbano y MMA en la que se expondrán las buenas prácticas de los planes de residuos orgánicos de barrios, municipios y regiones.

Lo anterior, desarrollado en el marco del Acuerdo de París, en donde Chile actualizó su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) en 2020 y se comprometió a desarrollar una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático, con el objetivo de aumentar significativamente la tasa de valorización de los residuos orgánicos gestionados a nivel municipal y contemplando un alcance a nivel municipal (domicilios, ferias libres y parques y jardines).

[53] Visor de Ciclovías MINVU: https://ide.minvu.cl/maps/2be328c62a194389967d1ead9df4ef7a/about

- **Programa Quiero Mi Barrio**

Adicionalmente desde la DDU, se encuentra en implementación desde el año 2022 la medida "Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas a urbanismo" la cual consiste en dos planes que se incorporan dentro de cada plan maestro: el **Programa Quiero Mi Barrio** interviene en barrios seleccionados. A partir del año 2020, 100 barrios iniciaron su proceso, con una intervención que debiese terminar 5 años después.

El año 2022 iniciaron 52 nuevos barrios y así cada año se iniciarán otros nuevos, que irán completándose cada 5 años, los cuales serán sistematizados y contabilizados al 2030.

El primer plan, es trabajado junto al Ministerio del Medio Ambiente, Departamento de Residuos Orgánicos, mediante un lineamiento conjunto que se entrega en cada barrio para que se pueda generar un trabajo de concientización y aumentar el número de viviendas que trabajan sus residuos orgánicos, evitando que lleguen al vertedero. Este lineamiento parte con la concientización de nuestros propios profesionales que lideran los procesos de recuperación barrial tanto desde las SEREMIS como desde los municipios, para que ellos puedan trabajar con la comunidad.

El segundo plan, apunta a generar dentro del Plan Maestro de cada barrio un proyecto de arborización, que busca mejorar la masa arbórea de cada barrio, tomando una línea base al momento de iniciar el programa y una medición al momento de completitud, esperando que esta masa arbórea aumente, considerando especies nativas y el uso eficiente de agua.

El objetivo del programa es disminuir la cantidad de residuos orgánicos que los barrios desechan en los vertederos y aumentar la masa arbórea, para aumentar el confort de los ciudadanos respecto de su sensación de calor. La meta del plan gestión de residuos es que, al cierre de una intervención barrial del programa (5 años), el número de familias por vivienda que compostan aumente respecto de la información levantada en la línea base al iniciar la intervención. Para la meta del plan de arborización, se espera que cada plan defina si el barrio tiene una buena masa arbórea y si requiere mejorarla para ayudar a reducir la temperatura en los espacios públicos.

En 2023, de los 47 barrios que iniciaron la intervención, 10 cuentan con plan de residuos y 17 se encuentran desarrollándolo. Además, 16 barrios han tenido capacitaciones del tema en la comunidad. Como acciones previstas en esta medida se espera ejecutar una capacitación a nivel nacional a todos los profesionales del programa en las 16 regiones, en articulación con los otros departamentos de la División de Desarrollo Urbano y MMA, en la que se expondrán las buenas prácticas de planes de residuos orgánicos de barrios, municipios y regiones.

Medidas de mitigación reportadas

En cuanto a las medidas de mitigación, para el presente reporte el Ministerio de Vivienda y Urbanismo ha trabajado en una medida de adaptación con beneficio secundario en mitigación, la cual se presenta a continuación:

A nivel nacional, se desarrolló la **Política Nacional de Parques Urbanos (PNPU)** que tiene por objeto dotar al país de una medida que permita proteger y fortalecer el rol vital que cumplen los parques urbanos en la sustentabilidad y la resiliencia de nuestras ciudades; a su vez, generar un marco consensuado a nivel nacional para orientar y promover el desarrollo de parques urbanos que aporten a la calidad de vida de las personas en las ciudades, fortaleciendo la equidad y la integración social, y que además sean espacios inclusivos, multifuncionales, resilientes, seguros y con identidad, que aporten al desarrollo local y al equilibrio ambiental.

La Política Nacional de Parques Urbanos representa una medida de adaptación con beneficios secundario en mitigación, al desempeñar un papel importante en la captura de contaminantes.

En la Tabla 21 se presenta un resumen de la medida de adaptación con beneficio secundario en mitigación. Más detalles de la medida se encuentran en el **Anexo 1: Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación** *(Anexo 1 del capítulo 3).*

Tabla 21. Medida de mitigación reportada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Nombre	Medida reportada anteriormente o nueva	Estado	Periodo de implementación
Arbolado urbano en Parques Urbanos	Reportada	Aprobada	2022 - en adelante

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

3.4.1.6 Ministerio de Agricultura

El Ministerio de Agricultura (MINAGRI) es la institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad silvoagropecuaria del país. Su acción está dirigida en avanzar hacia un sector agroalimentario y forestal competitivo, sustentable, innovador y moderno, comprometido socialmente con el desarrollo regional y rural.

Este sector presenta una alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, teniendo como desafío seguir aumentando la productividad y al mismo tiempo, fomentar el uso sustentable de los recursos naturales y prácticas productivas coherentes con estos desafíos, además de potenciar los procesos de restauración y forestación, la conservación y evitar la degradación y la deforestación. En ese contexto y considerando los lineamientos ministeriales, la gestión sustentable de los recursos hídricos, la emergencia climática y la sustentabilidad juegan un papel fundamental en el quehacer de la autoridad sectorial.

El sector presenta el desafío de contribuir a la seguridad hídrica, que permita el desarrollo sustentable del sector silvoagropecuario y de los territorios rurales, en un escenario de emergencia climática, promoviendo un modelo de gestión integrada a nivel de cuencas. Se busca crear una cultura del agua mejorando la sustentabilidad, conservación y su gobernanza a través de acciones orientadas a la eficiencia, disponibilidad y calidad del recurso hídrico. Por otro lado, es necesario impulsar un desarrollo silvoagropecuario sustentable, reconociendo como pilar fundamental la conservación y restauración de paisajes con el fin de revertir la degradación de los ecosistemas y propiciar el equilibrio entre conservación, producción y desarrollo rural. Se busca fomentar los sistemas productivos basados en la economía circular, la gestión sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, promoviendo acuerdos en las cadenas productivas para lograr un sector silvoagropecuario sustentable.

El fortalecimiento de la acción climática y la sustentabilidad en el sector están estrechamente relacionados con los objetivos de soberanía y seguridad alimentaria. Estos objetivos dicen relación con asegurar el acceso físico y económico a alimentos inocuos y nutritivos mediante la revalorización de semillas y cultivos, producción y comercialización local sustentable y diversificada.

El sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) es el único sector que presenta emisiones y remociones de CO_2, lo que lo convierte en un sector clave por su potencial de mitigación. Las fuentes de remociones son principalmente producto de renovales de bosque nativo, regeneración del bosque nativo manejado y plantaciones forestales, mayoritariamente exóticas.

Por tal motivo, MINAGRI y sus servicios dependientes, tienen un rol significativo frente a las temáticas de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel nacional. A nivel central, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) contribuye al accionar del Ministerio de Agricultura en esta materia, coordinando a los servicios a través del Comité Técnico Intraministerial de Cambio Climático (CTICC), instancia de trabajo ministerial a nivel sectorial para generar información y recomendaciones para el diseño de medidas de adaptación, mitigación y para la elaboración del inventario sectorial de gases de efecto invernadero. Por otra parte, ODEPA con apoyo de las instituciones MINAGRI articuladas en el CTICC, funcionan como contraparte técnica para la implementación de planes y proyectos en temáticas relacionadas y como punto focal sectorial y parte de la delegación chilena ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Esta instancia central se relaciona a su vez con otros arreglos institucionales a nivel regional, como los Comités Técnicos Regionales de Cambio Climático (CTR-CC) y sus respectivos puntos focales, conformado por los representantes de las instituciones del MINAGRI con presencia regional. Esta vinculación hace posible la coordinación a diferentes escalas y la implementación de los planes sectoriales, planes de acción regional y la política ministerial sobre cambio climático a nivel territorial.

Otros arreglos institucionales en materia climática son los relacionados al trabajo de coordinación, compilación y actualización de las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI sectoriales, recogidas a su vez en el inventario nacional de GEI. Los datos del sector Agricultura son compilados y procesados por el Equipo Técnico de Agricultura, a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), mientras que la información del sector UTCUTS (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura) está a cargo del Equipo Técnico de UTCUTS compuesto por profesionales del Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), mientras que el Equipo Coordinador AFOLU está a cargo de ODEPA.

Respecto de los instrumentos y políticas relativas al componente forestal, se puede mencionar que este se presenta como el sector que constantemente captura emisiones y que genera co-beneficios ambientales y sociales. Con lo anterior se debe considerar que en la actualización de la Contribución Nacional Determinada 2020 se incluyeron contribuciones de integración enfocados en UTCUTS. Específicamente, se incorporaron acciones de implementación directa para el manejo sustentable y la recuperación de 200.000 hectáreas de bosque nativo, así como la forestación de 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas sean de cubierta forestal permanente con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. Adicionalmente, el país ha comprometido la reducción de emisiones sectoriales por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal considerando también acciones que favorezcan la protección de suelos, humedales, cabeceras de cuenca, entre otras.

Si bien las medidas de mitigación en el sector AFOLU se han enfocado históricamente en el componente forestal, como se evidencia a partir de las acciones e iniciativas mencionadas, a partir

de la publicación de la ECLP, la LMCC y otras iniciativas apuntadas a la carbono neutralidad y resiliencia del sector y a nivel nacional, el componente agropecuario ha ido adquiriendo mayor relevancia como objeto de los instrumentos y acciones de mitigación. De esta manera, bajo el objetivo de la ECLP de fomentar sistemas agroalimentarios bajos en emisiones, se busca atacar fuentes claves de emisiones, mediante acciones de mitigación a 2025 y a 2030 en torno al manejo del estiércol en planteles porcinos, la elaboración de un plan de uso eficiente de fertilizantes y el diseño de una hoja de ruta para la carbono neutralidad de la ganadería bovina, entre otras metas.

En este sentido, uno de los principales instrumentos sectoriales que guiará el accionar en materia de reducción de emisiones de GEI es el Plan Sectorial de Mitigación al Cambio Climático bajo el contexto de la LMCC. En el PSM se establece el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber gases de efecto invernadero, de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad en la ECLP. Cabe mencionar que, si bien las emisiones del sector UTCUTS no se asignan en los presupuestos sectoriales de emisiones, el MINAGRI es el responsable de la estimación de las emisiones y remociones del sector UTCUTS que, a través de INFOR y CONAF, mantienen y actualizan los inventarios de emisiones y remociones de esta categoría.

Este es el primer plan de mitigación de emisiones que ha desarrollado la autoridad sectorial. El MINAGRI desarrolló una serie de estudios y consultorías durante el segundo semestre de 2023, para generar los insumos técnicos necesarios para la elaboración del anteproyecto del PSM, los que concluyeron a fines de diciembre de 2023.

Durante la elaboración de este proyecto, se realizó un proceso de levantamiento de información y antecedentes para la determinación de las medidas y acciones de mitigación. En resumen, este proceso consideró medidas previamente evaluadas y compromisos sectoriales en otros instrumentos de gestión del cambio climático, como la NDC y la ECLP, como también aquellas medidas que han sido preevaluadas en ejercicios del Sistema Nacional de Prospectiva (SNP) del Ministerio del Medio Ambiente, y en el proceso de fortalecimiento de la NDC de Chile realizado en 2022 enfocado en medidas relativas a reducir emisiones de metano.

Por otro lado, se levantaron antecedentes de estudios previos nacionales e internacionales en los cuales se han caracterizado medidas de mitigación y que han considerado procesos participativos y validaciones para el levantamiento de medidas, y la construcción de escenarios de mitigación para el sector agrícola.

Considerando los antecedentes mencionados anteriormente, se realizaron dos estudios dirigidos específicamente a caracterizar y evaluar en mayor profundidad medidas de mitigación y medios de implementación en el contexto actual. Dada la contribución relativa de las diversas actividades y rubros agropecuarios a las emisiones y en base a los antecedentes, el levantamiento se centró en alternativas que abordan las principales fuentes de gases sectoriales y que, al mismo tiempo, fueran coherentes con medidas definidas en instrumentos anteriores, y cuyo impacto pueda ser contabilizado en el presupuesto de emisiones asignado al sector agropecuario nacional.

Producto del análisis descrito y considerando las medidas previamente evaluadas, los compromisos sectoriales en otros instrumentos de gestión, la identificación de principales fuentes de emisiones sectoriales, y el desarrollo de estudios con la información disponible hasta ese momento, se definieron 6 medidas y 25 acciones que aportarán a reducir emisiones de gases de efecto invernadero en el sector. Entre estas, se cuentan la implementación de biodigestores para el tratamiento de purines porcinos y bovinos; el uso más eficiente de fertilizantes nitrogenados; mejoramiento de la dieta de ganado bovino para reducir emisiones de metano; reducción de quemas agrícolas, y avanzar en sistemas de producción de arroz bajo en emisiones de metano.

En el momento de recopilación de información para el 1IBT, los Planes Sectoriales de Mitigación se encontraban en proceso de elaboración, por lo que desde el segundo IBT el reporte de medidas de mitigación incluirá también a las medidas definidas en este plan sectorial y que hayan sido implementadas hasta el momento del reporte.

Sobre el Anexo de resultados de REDD+, es importante señalar que los informes REDD+ continúan bajo el Artículo N°5 del Acuerdo de París con la evaluación técnica de las presentaciones de las Partes sobre los niveles de referencia de emisiones forestales y/o los niveles de referencia forestal (NREF/NRF) y sigue organizándose como una actividad bienal.

El reporte técnico de los resultados de REDD+ se incluye en el presente Informe Bienal de Transparencia como un Anexo Técnico. Este da cuenta del desempeño del país en relación con los resultados de las acciones de mitigación ejecutadas bajo este enfoque. Para contabilizar resultados, el Anexo aplica un periodo de monitoreo, en contraste con la línea de referencia del país.

La preparación del Anexo requiere consistencia y coherencia con el NREF/NRF, la cual es especialmente revisada por el equipo de expertos de la CMNUCC, requiriendo que los resultados sean consistentes. Al respecto, CONAF presentó de manera voluntaria la actualización de NREF y NRF el 16 de enero de 2023, de conformidad con las decisiones 12/CP.17 y 13/CP.19 para la revisión de expertos de la CMNUCC.

Las actualizaciones presentadas en esta nueva versión de los NREF/NRF apuntan a incorporar mejoras técnicas y correcciones a la línea base histórica de emisiones forestales. La principal modificación fue la ampliación geográfica del alcance del NREF/NRF desde las regiones de Coquimbo a Magallanes, incorporando el 99,9% de la superficie de bosque nativo del país. Adicionalmente, se ejecutaron correcciones en la elaboración de los datos de actividad espacialmente explícitos, actualización de factores de emisión y la incorporación de umbrales específicos para determinar la degradación por tipo forestal, entre otras.

Todos los cambios mencionados se aplican bajo el principio de mejora continua que la CMNUCC instruye a los países, así como a mejorar la reportabilidad en términos de precisión, consistencia y replicabilidad de los resultados. Cabe señalar que las correcciones mencionadas se consideran críticas con la finalidad de incluir mejoras en línea con los avances en estas materias.

Con este hito, Chile cuenta con una línea base histórica ampliada y mejorada, representado la oportunidad para que todas las regiones forestales de Chile puedan aplicar al enfoque REDD+, participando de los programas y actividades que se le vinculan a nivel nacional e internacional.

El NREF/NRF nacional comprende como periodo de referencia de 2001 a 2013, y sobre este se presentan dos periodos de reportes de resultados, 2018-2019 y 2020-2021 para las regiones de Coquimbo a Magallanes.

Medios de implementación

Los medios de implementación ejecutados por el Ministerio de Agricultura se presentan a continuación:

- **Programa de Reactivación Económica para Pequeños/as y Medianos/as Propietarios/as Forestales**

Ejecutado durante 2021-2022 entre las regiones de Coquimbo y Magallanes con acciones de manejo, forestación, y recuperación de bosques, reconversión de plantaciones exóticas a nativas. Además, se incorporó el enfoque de restauración a escala de paisajes en el diseño de algunas iniciativas. El Programa de Reactivación Económica 2021 fue desarrollado con éxito en 12 regiones del país, con una superficie de 19.481 ha, generando 14.372 empleos y beneficiando a 10.055 personas aproximadamente. Para el año 2022, el programa ejecutó una superficie de 6.961 ha en las regiones indicadas. Además, se contempló la generación de 3.405 empleos a nivel nacional, lo que permitió mejorar la condición de 10.357 personas beneficiadas de manera directa e indirecta, para contribuir al restablecimiento de los ingresos económicos de este grupo objetivo y la dinamización de las economías locales.

- **Plan de Restauración de Bosques Nativos a Gran Escala –Siembra por Chile**

Se ejecutaron actividades desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes. Se consideraron acciones para iniciar procesos de restauración, priorizando en zonas de conservación y protección de suelos, humedales, cabeceras de cuenca y cuerpos de agua. El plan contribuyó directamente al restablecimiento de los ingresos económicos de personas pequeñas y medianas propietarias con la consecuente dinamización de las economías locales beneficiando de manera directa a 4.804 personas y la generación de 37.227 empleos, con una ejecución 11.280 ha el año 2022. Para 2023, se ejecutaron 16.238 ha y se contribuyó al restablecimiento de los ingresos económicos locales y la recuperación de los recursos naturales con la generación de 24.731 empleos, beneficiando a 3.993 personas.

- **Fondo de Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo**

El Fondo, establecido en la Ley N°20.283, tiene como objetivo principal apoyar a las personas propietarias de bosques nativos en la gestión sostenible de sus predios. El fondo otorga financiamiento para cubrir parte de los costos asociados a las actividades de manejo forestal. En el año 2022, se adjudicaron 1.091 proyectos a través del fondo, por un total de 14.188 ha. En el año 2023, la cifra de proyectos adjudicados ascendió a 870, abarcando una superficie de 11.882 ha. Es importante destacar que estas hectáreas corresponden a áreas planificadas para el manejo forestal y aún no han sido intervenidas. La bonificación asociada se entrega una vez que se ejecuten las actividades de manejo y se presente la documentación correspondiente.

A continuación, se informan las acciones desarrolladas por CONAF desde el 2017, en términos de la gestión para cumplir con las medidas sobre forestación y revegetación, restauración ecológica, ordenación forestal y dendroenergía. Se debe considerar que las acciones incluidas en el marco del Programa Nacional ONU REDD, Forest Carbon Partnership Facility (FCPF II) y MST se comunican en 2022, ya que, los proyectos finalizaron en junio del 2021. Las actividades informadas en la Ley de Bosque Nativo N°20.283, consideran la superficie efectivamente ejecutada, verificada y bonificada, a través del proceso de extensión forestal establecido en la Ley.

Tabla 22. Acciones desarrolladas bajo programas y proyectos de CONAF, desde 2017.

Programa/ Proyecto	Periodo de implementación	Estado	Acciones Incorporadas en el programa
Bonificaciones de la Ley de Bosque Nativo N°20.283	Desde 2017	Aprobada	Manejo Sustentable y Recuperación
Proyecto de Manejo Sustentable de la Tierra	2017-2021	Aplicada	Forestación y Revegetación, Restauración ecológica, Manejo y Ordenación Forestal, Manejo forestal para Dendroenergía
Proyecto COSUDE	2017-2021	Aplicada	Restauración Ecológica
Proyecto FCPF II	2017-2021	Aplicada	Ordenación Forestal
Proyecto ONU REDD	2017-2021	Aplicada	Restauración Ecológica
Proyecto T. Support ONU REDD	2017-2021	Aplicada	Restauración Ecológica
Programa Dendroenergía	2017-2023	Aprobada	Manejo forestal para Dendroenergía
Programa de Reactivación Económica	2021-2022	Aplicada	Forestación y Revegetación, Restauración ecológica, Manejo y Ordenación Forestal
Restauración de Bosques Nativos a Gran Escala-Siembra por Chile.	2022-2023	Aprobada	Forestación y Revegetación, Restauración ecológica, Manejo y Ordenación Forestal
Proyecto + Bosques	2021-2023	Aprobada	Forestación y Revegetación, Restauración ecológica, Manejo y Ordenación Forestal, Manejo forestal para Dendroenergía
Programa de Forestación Participativa	Desde 2020	Aprobada	Forestación y Revegetación

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Agricultura.

Además de lo anterior, el MINAGRI, a través de CONAF, impulsa propuestas de cuerpos legales que fortalecen la gestión de los recursos vegetacionales como principal sumidero de carbono y permiten incluir una mirada a largo plazo de estos instrumentos y una mejora de la legislación existente:

- **Modificaciones Ley N°20.283 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal**

Apunta a aumentar el manejo forestal sustentable del bosque nativo, mediante una propuesta de modificación que permita aumentar la superficie manejada sustentablemente y la participación de pequeños/as, medianos/as propietarios/as, comunidades indígenas y otros interesados/as. La meta general es aumentar la superficie manejada a 10.000 ha/año. Esta propuesta será validada por el Consejo Consultivo de Bosque Nativo y Consejo de Política Forestal. Posterior a ello, se realizará la tramitación del proyecto de ley, con lo que se dará comienzo a la discusión parlamentaria, en diciembre de 2024.

- **Proyecto de Ley que regula la prevención de incendios forestales y rurales, y otras materias**

En octubre de 2023, se presentó con suma urgencia el proyecto de ley que regula la prevención de incendios forestales y rurales, el cual establece la obligación de definir zonas de interfaz urbano-rural forestal en la planificación territorial y considerar medidas de prevención de incendios, además de la creación de una zona de amortiguación forestal, entre otras indicaciones. El proyecto, es parte de un paquete de medidas enfocadas en el manejo del fuego, de las que se destacan el Plan Nacional de Prevención, Mitigación y Combate de Incendios 2023-2024, el desarrollo del programa de "Comunidades Preparadas", trabajo interinstitucional con ministerios y servicios, educación cívica y ambiental. Además, se ha fortalecido la Unidad de Análisis y Diagnóstico (UAD) de Incendios, entre otras.

- **Fortalecimiento de la institucionalidad de las áreas protegidas**

Ley N°21.600 que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas en el Diario Oficial, en septiembre de 2023. En octubre de 2023, CONAF suscribió un convenio de implementación de la ley entre MMA y MINAGRI, para abordar los desafíos de la puesta en marcha del SBAP con miras a asegurar las competencias de cada institución, el establecimiento de mecanismos de colaboración, además de evitar duplicidad y disfuncionalidad en la implementación del SBAP. Este proceso culminará dentro de tres años.

- **Proyecto de Ley de Fomento Forestal y Agroforestería Sustentable**

Durante el 2023, se formalizó la constitución de la Mesa Nacional de Plantaciones Forestales cuyo objetivo fue presentar una propuesta de proyecto de ley, con el cual se busca crear un nuevo instrumento de fomento de largo plazo para el sector, con foco en la pequeña y mediana propiedad. Además, propone modernizar la regulación del sector para una gestión forestal acorde con los desafíos del cambio climático. Los objetivos de esta propuesta consideran regular la actividad forestal e incentivar la forestación, reforestación, la restauración y la gestión sostenible de bosques y demás formaciones vegetacionales, así como sistemas

agroforestales ubicados en todo tipo de terrenos, con enfoque hacia la multifuncionalidad, y la mitigación y adaptación al cambio climático. Actualmente esta propuesta está siendo trabajada junto al Consejo de Política Forestal. Posterior a ello, se realizará la tramitación del proyecto de ley, con lo que se dará comienzo a la discusión parlamentaria, en diciembre de 2024.

- **Reconsideración del dictamen que obliga a que la desafectación de terrenos de aptitud preferentemente forestal (APF)**

CONAF presentó a la CGR una solicitud de reconsideración del Dictamen N°33.911. Este dictamen establecía que las y los propietarios de terrenos APF no estaban obligados a presentar un plan de manejo ni a reforestar al solicitar la desafectación. Esta situación dejaba a CONAF sin herramientas para controlar las medidas de protección ambiental en estas áreas. En respuesta, el 2023 CGR emitió un dictamen que precisó que las y los propietarios de terrenos APF que pretendan realizar actividades, deben cumplir con las condiciones establecidas en el Decreto Ley N°701. Estas condiciones incluyen la presentación de un plan de manejo y la implementación de medidas de reforestación. La decisión fortaleció los mecanismos de CONAF para ejercer un control ambiental adecuado en los terrenos APF. Esto contribuirá a prevenir la pérdida o disminución de ecosistemas boscosos y a proteger los recursos naturales.

- **Estrategia de dendroenergía**

El programa ha tenido un impacto significativo en la producción y comercialización de leña seca legal generando impacto social, económico y ambiental. El programa ha demostrado ser eficiente, impactando en la sostenibilidad de la leña producida y el fortalecimiento del sector a través de la medición y mejora de capacidades.

En este marco podemos mencionar algunos resultados:

- 608 usuarios y usuarias recibieron apoyo, principalmente pequeños productores (71%).
- 211.343 m3 de leña seca legal, beneficiando a 31.544 hogares.
- Se generaron 1.396 empleos, 1.126 temporales y 270 permanentes (3,9 empleos/1.000 m3).
- 5% de los usuarios alcanzaron un nivel de profesionalismo satisfactorio (sello Calidad de Leña).
- La leña seca de origen legal evitó 484 toneladas/año de emisiones de material particulado 2.5, a diferencia de si se hubiese usada húmeda[54].
- Se redujeron 72.972 toneladas/año de emisiones de carbono equivalentes (vs. gas licuado)[55].
- Se implementó un algoritmo para medir el nivel de profesionalismo (4 variables, 14 indicadores).
- El 31% de los usuarios se encuentran en proceso para mejorar el nivel de profesionalismo.

Foto: Nicolás Smith D.

[54] Factores de emisión de MP2.5 correspondientes a 4,9 g/kg leña seca y 10,2 g/kg leña húmeda en un calefactor no certificado. Datos disponibles en Tabla 5-32 del Manual para el Desarrollo de Inventarios [SICAM (2015) fide GreenLabUC (2016)]. Se utilizan factores de emisión conservadores para leña. Es importante destacar que las emisiones evitadas de material particulado contribuyen a la disminución de carbono negro que está en las metas de las NDC. Respecto de la fracción de CN en el MP2,5, se considera que corresponde a 0,28 en el caso de artefactos a leña no certificados y 0,1 para los calefactores certificados. Datos disponibles en la Tabla 5-38 del Manual de Inventarios de Emisiones [EMEP-EEA (2013) fide GreenLabUC (2016)]. De esta forma se puede decir que las emisiones evitadas de CN por la gestión de CONAF se estiman en 135 ton/año (485*0,28) versus si se hubiese sido leña húmeda en un calefactor no certificado.

[55] Factores de emisión por Análisis Ciclo de Vida correspondientes a 378×10-4 kgCO2eq/MJ para leña y 735×10-4 kgCO2eq/MJ para gas. Datos disponibles en Tabla 2 del Boletín BES N°1, Año 1 (INFOR, 2015).

- **Producción de plantas**

CONAF ha logrado un importante aumento en la producción para arborización y restauración ecológica durante el año 2023. Se produjeron un total de 3.291.011 plantas nuevas, lo que sumado a las ya existentes, alcanza un total de 6.218.391. Esta producción permitirá satisfacer la demanda de enriquecimiento y aumento de la cobertura, beneficiando a personas propietarias, organizaciones sociales, instituciones públicas y personas naturales.

Además, se ha invertido más de US $1.000.000 en la mejora de la infraestructura y equipamiento de los viveros ubicados entre las regiones del Maule y Los Lagos. Adicionalmente, se tiene previsto fortalecer la dotación de personal en los viveros con nuevas contrataciones.

Cabe destacar que:

- La producción de plantas es principalmente de hábitat arbóreo y arbustivo.
- Las plantas se donan a través de diversos programas de CONAF, como Arborización Urbana, Reactivación Económica Forestal, ENCCRV, Restauración Ecológica y Forestación Campesina.
- La gestión de los viveros comienza con la planificación de la producción y culmina con la entrega de las plantas a los beneficiarios.

Este aumento en la producción de plantas es un paso importante para el cumplimiento de los objetivos de CONAF en materia de forestación y restauración ecológica.

- **Programa Nacional de Recolección de Semillas**

El Programa contribuye al cumplimiento de los objetivos de CONAF en materia de restauración, reforestación y arborización. Además, permite generar un ingreso adicional a la Corporación y apoyar a pequeñas y medianas empresas. Se recolectaron 9.803,44 kg de semillas brutas durante el año 2023 y se sembraron 578,7 kg de semillas en el vivero del Centro de Semillas de CONAF.

En lo que respecta al enfoque de género, existe un avance importante en la implementación de las medidas de prevención y/o mitigación del riesgo de exclusión del enfoque de género (EG) durante los procesos de toma de decisiones, diseño e implementación de medidas de acción de la ENCCRV.

Además, se consolida la integración transversal de aspectos de género en instrumentos de gestión como el SDB, el sistema de información y monitoreo, entre otros. La implementación de estas acciones ha permitido que la participación de mujeres haya alcanzado el 49 % del total de titulares de proyectos territoriales, aumentando también la participación de mujeres indígenas.

Se ha avanzado en acciones para mejorar la igualdad de género en el empleo fomentando la contratación y capacitación de mujeres para variadas labores en el sector forestal, destacando su participación en labores realizadas en viveros y la recolección de semillas, contribuyendo a la restauración del bosque nativo como a la mantención y mejora de sus medios de vida. Se espera que estas acciones continuadas contribuyan a disminuir las brechas de género y promover la igualdad en los proyectos forestales, así como a mejorar los medios de vida de las comunidades locales, en particular de mujeres y grupos vulnerables.

Así también, se ha desarrollado el programa piloto "Nosotras Restauramos Nativo," el cual busca apoyar a mujeres que vivan o se vinculen con los bosques, con el incremento de sus ingresos mediante la consolidación de iniciativas económico-productivas como colecta de semillas, producción de plantas nativas y creación de viveros forestales, entre otras, que contribuyan a la restauración de bosques nativos a gran escala. Esta primera fase se ha enfocado en el trabajo con mujeres pertenecientes a pueblos originarios de comunidades Mapuche huilliche de la provincia de Osorno, en la Región de Los Lagos.

- **Enfoque Nacional de Salvaguardas (ENS)**

El país ha avanzado en temas de salvaguardas ambientales y sociales como medidas que buscan prevenir los riesgos y/o mitigar impactos socioambientales asociados a la implementación de actividades en el marco de la ENCCRV, junto con maximizar sus beneficios asociados. Estas buscan garantizar el cuidado de la biodiversidad, hábitats y recursos naturales, el derecho a la participación efectiva y el acceso a beneficios de las personas con un especial foco en pueblos indígenas y comunidades locales que dependen de los recursos forestales y vegetacionales.

Actualmente, se está trabajando bajo el ENS basado en el marco normativo nacional y que agrupa definiciones, herramientas y procesos con el fin de dar cumplimiento integral a los diversos estándares internacionales de salvaguardas. Durante 2023, se consignó ante la CMNUCC el segundo resumen de salvaguardas del país, el cual tiene como objetivo general actualizar y ampliar la información sobre cómo Chile ha abordado, respetado y cumplido las salvaguardas ambientales y sociales del enfoque de política REDD+, a través de la ENCCRV, informando sobre las fases de Implementación y pago por resultados que abarcan el periodo 2018 - 2022.

- **Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria**

El MINAGRI cuenta con un marco de políticas en torno a sustentabilidad y cambio climático, el que incluye una serie de estrategias, programas, iniciativas y espacios institucionales que guían la acción del ministerio en estos temas. Respecto de lineamientos estratégicos en esta materia, el Ministerio desarrolló y mantiene una **Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria**, en la cual están definidas las prioridades de acción para el sector público y privado para los próximos 8 años, con un foco en la articulación

de la oferta de instrumentos públicos para favorecer el avance del sector privado en materia de sustentabilidad, abordando los aspectos ambientales, sociales y económicos del desarrollo. Además, tiene como visión posicionar al sector agroalimentario nacional como un proveedor de alimentos producidos en forma sustentable para Chile y el mundo, comprometido con las personas, las comunidades, el entorno y el desarrollo de las economías locales. Esta estrategia permite definir un marco de política pública dentro del cual se insertan otras iniciativas, planes e instrumentos que vinculan el desarrollo del sector productivo con la agenda climática y de sustentabilidad.

Dentro de la dimensión ambiental de la estrategia, se incluye un ámbito de cambio climático, el cual cuenta con ejes de acción como la promoción de medidas de mitigación, tales como buenas prácticas en la aplicación de fertilizantes y gestión de estiércol y biodigestores; potenciar la captura de carbono a través de manejo adecuado del suelo, recuperación de bosques quemados, forestación y agroforestería y fomentar la incorporación de medidas de eficiencia energética, así como el establecimiento de energías renovables no convencionales en los sistemas de producción agroalimentarios.

- **Programa de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios**

Con respecto al desarrollo de instrumentos regulatorios y de incentivos económicos que apoyen la transición a sistemas alimentarios más sustentables, se está trabajando actualmente en un nuevo Programa de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios (SIGESS), el que ha estado en discusión parlamentaria durante 2023 y 2024. El objetivo principal de este proyecto de ley es impulsar la adopción de prácticas por parte de los agricultores que permita mejorar y mantener las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agropecuarios, mediante la incorporación de materia orgánica entre otras prácticas, para contribuir a la producción sostenible de alimentos. Este nuevo programa vendrá a reemplazar al Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios, el cual ha buscado fomentar prácticas productivas y la utilización de insumos que permitan frenar o revertir la degradación de los suelos agropecuarios y recuperar su potencial productivo, manteniendo los niveles de mejoramiento alcanzados.

Si bien dicho programa se ha vinculado históricamente con mejorar la productividad, a lo largo de los años se le han incorporado diversas prácticas que tienen por objeto la protección ambiental, habida consideración de los compromisos internacionales que nuestro país ha adquirido en esa esfera. Este nuevo enfoque considera al suelo como un activo fundamental para apoyar los esfuerzos climáticos y de sustentabilidad sectorial, reconociendo su importancia como el mayor reservorio de carbono orgánico en la Tierra, y el rol fundamental que juega en la mitigación y adaptación al cambio climático. De igual modo, el suelo tiene un papel relevante en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, incluyendo los relacionados al ciclo del agua.

- **Programa "Chile Origen Consciente"**

Iniciativa desarrollada para fomentar la implementación de buenas prácticas en el sector agroalimentario chileno e incorporar la sustentabilidad como atributo diferenciador en la producción de alimentos elaborados en nuestro país. Con esto se potencia el fortalecimiento de la competitividad de la industria agroalimentaria chilena a nivel global, mediante la aplicación de estándares que permitirán a las empresas demostrar su cumplimiento en materia de sostenibilidad. El Programa trabaja con las distintas empresas adherentes para establecer metas concretas de reducción de emisiones de GEI, entendiendo la importancia en su disminución para atenuar los efectos del cambio climático. Considerando la realidad y el contexto productivo de los diversos sectores adherentes, "Chile Origen Consciente" fija diversos estándares que permiten a las empresas demostrar con pruebas las prácticas que realizan y de manera colectiva mejorar el desempeño de las distintas industrias.

Para el presente Informe Bienal, el Ministerio de Agricultura ha trabajado en 16 medios de implementación antes descritos y que son resumidos en la Tabla 23 a continuación, incluyendo si acaso es un medio de implementación que había sido reportado en el 5IBA o si es un medio de implementación nuevo, señalando además el estado y su periodo de implementación.

- **Proyecto para el escalamiento de prácticas regenerativas en el sector agropecuario**

Durante 2024, el ministerio a través de la coordinación de ODEPA está comenzando el desarrollo del Proyecto para el escalamiento de prácticas regenerativas en el sector agropecuario del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF, por sus siglas en inglés). El proyecto GEF se encuentra en su 8° Ciclo de Reposición y pertenece al Programa Integrado en Sistemas Alimentarios (FAO-FIDA). En concreto, el proyecto busca catalizar la transición hacia un modelo regenerativo y circular en los sistemas alimentarios de Chile para recuperar y mejorar los suelos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados, contribuyendo así a la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector agropecuario nacional, durante un periodo de implementación de 5 años. Para el escalamiento de la adopción de prácticas regenerativas, el proyecto se propone avanzar en 4 líneas principales, siendo estas:

1. Fortalecimiento del entorno habilitante para catalizar la transición hacia una agricultura y ganadería regenerativas.
2. Mejora y aumento del financiamiento desplegado en favor de la agricultura y ganadería regenerativas.

3. Generación de beneficios ambientales a través de la agricultura y ganadería regenerativas y la gestión integrada de la tierra.
4. La transición hacia una agricultura y ganadería regenerativas basada en la evidencia y su gestión adaptativa.

El proyecto se enmarca en la Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria y en la Hoja de Ruta para un Chile Circular a 2040. Sin embargo, existe una serie de instrumentos de política y compromisos internacionales a los cuales el proyecto contribuirá y con los cuales deberá asegurar coherencia:

- Planes de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario, MINAGRI-ODEPA 2024-2028.
- Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y la Sequía 2016-2030, MINAGRI-CONAF.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, MINAGRI-CONAF.
- Política Nacional de Desarrollo Rural 2020, MINAGRI-ODEPA.
- Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, MMA.
- Estrategia Climática de Largo Plazo Chile a 2050, MMA.
- Ley 21455 / 2022 Ley Marco de Cambio Climático.
- Proyecto de Ley Marco de Suelos (Boletín 14714-01).
- Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes 2021-2030, MMA-MINAGRI.

Tabla 23. Medios de implementación de Ministerio de Agricultura.

Nombre	Medio de implementación reportado o nuevo	Estado	Periodo de implementación
Programa de Reactivación Económica para Pequeños/as y Medianos/as Propietarios/as Forestales	Nuevo	Aplicado	2021 - 2022
Plan de Restauración de Bosques Nativos a Gran Escala -Siembra por Chile	Nuevo	Aprobado	2023
Fondo de Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo	Reportado	Aprobado	2017 en adelante
Modificaciones Ley N°20.283 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal	Nuevo	Aprobado	2023
Proyecto de Ley que regula la prevención de incendios forestales y rurales, y otras materias	Reportado	Aprobado	2023
Fortalecimiento de la institucionalidad de las áreas protegidas	Nuevo	Aprobado	2023 - 2026
Proyecto de Ley de Fomento Forestal y Agroforestería Sustentable	Nuevo	Aprobado	2022
Reconsideración del dictamen que obliga a que la desafectación de terrenos de aptitud preferentemente forestal (APF)	Nuevo	Aplicado	2023
Estrategia de dendroenergía	Reportado	Aprobado	2015
Producción de plantas	Nuevo	Aprobado	2023
Programa Nacional de Recolección de Semillas	Nuevo	Aprobado	2022
Enfoque Nacional de Salvaguardas	Reportado	Aprobado	2019
Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria	Reportado	Aprobado	2021
Programa de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios	Nuevo	Aprobado	2023 - 2024
Programa "Chile Origen Consciente"	Nuevo	Aprobado	2020
Proyecto para el escalamiento de prácticas regenerativas en el sector agropecuario	Nuevo	Previsto	2024 en adelante

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Agricultura.

Medida de mitigación reportada

Uno de los instrumentos desarrollados para el cumplimiento de las metas sectoriales, es la estrategia nacional REDD+ (Reducción de Emisiones por Degradación, Deforestación, Conservación Manejo Sostenible y Aumento de Existencias de Carbono Forestal), que en el caso de Chile, se denomina **Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)**, la que es liderada por CONAF como punto focal del enfoque REDD+.

La ENCCRV tiene como objetivo disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que genera el cambio climático, la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades humanas que dependen de estos. Para cumplir con este objetivo, se establecen 8 actividades que contienen 26 medidas de acción, las que están destinadas a enfrentar las causas de la deforestación, devegetación, degradación, las barreras que interfieren negativamente en la restauración, la conservación, el manejo, el enriquecimiento y la regeneración de los bosques. Para las medidas de acción se consideraron los siguientes ámbitos de aplicación: gestión institucional, operativa, normativa, fiscalización, educación ambiental, investigación, planificación territorial y fomento.

En términos de gobernanza, durante el año 2020 se creó el Departamento de Cambio Climático y Servicios Ambientales (DCCSA) el cual durante 2022 se renombra como Departamento de Cambio Climático y Servicios Ecosistémicos (DCCSE). El departamento depende en su orgánica institucional de la Gerencia de Conservación de Ecosistemas Boscosos y Xerofíticos (GCEBX) y tiene como objetivo general velar por el avance de la ENCCRV, además de apoyar a la gerencia para instalar el cambio climático como una piedra angular de la gestión de CONAF.

A mediados del 2020 se concretó el avance hacia la fase 3 de pago por resultados de la ENCCRV, por medio del arranque del proyecto +Bosques, el cual materializa el trabajo continuo que CONAF lidera desde el 2013 en el marco de REDD+. Este proyecto logró el apalancamiento de fondos por parte del Estado, desde el Fondo Verde del Clima (FVC) por la reducción de emisiones y aumento de remociones provenientes de los bosques en las regiones del Maule a Los Lagos. Tiene la meta de intervenir 25.000 ha con acciones de forestación, restauración, manejo sustentable, acciones de silvicultura preventiva en bosque nativo y fortalecimiento de acciones fiscalización, educación ambiental, entre otras. Cabe señalar que el proyecto se ejecuta en conjunto con la FAO, como agencia acreditada y ejecutora ante el FVC.

Una consideración importante es que este fondo representa el primer apalancamiento de recursos a nivel país para la fase 3 del enfoque REDD+, por lo que es un desafío importante con miras a dar cabal cumplimiento de los requerimientos relativos a MRV, salvaguardas ambientales y sociales (SAS) de REDD+, del FVC y de FAO como agencia socia. Los principales resultados entre los periodos 2021-2022 y 2022-2023 se describen a continuación:

El proyecto incluyó una primera fase de pilotaje de 2021-2022, donde se ejecutaron 39 proyectos, abarcando 1.245 ha. Seguidamente, durante 2022 y 2023 se han desarrollado dos ciclos de postulación al concurso público del Sistema de Distribución de Beneficios (SDB) que establece el marco para la distribución de beneficios provenientes de la fase 3 de la ENCCRV. El SDB busca distribuir de forma justa, eficaz y transparente los beneficios obtenidos, definiendo además a la población beneficiaria por medio de un proceso participativo inclusivo con enfoque de género. Este cuenta con una gobernanza regional a través de los Grupos REDD+ y su diseño fue desarrollado de una manera participativa, incluyendo la opinión de las comunidades. El SDB considera una distribución de beneficios no monetarios con la finalidad de generar beneficios sociales, económicos y ambientales. Posee dos modalidades de distribución: i) enfoque en la población con mayores niveles de vulnerabilidad, y ii) enfoque ambiental con foco en aumentar la cobertura forestal permanente. Para lograr una distribución justa e imparcial, se aplica un mecanismo de evaluación que posee cinco variables que consideran aspectos territoriales, ecosistémicos, socioeconómicos, enfoque de género e interculturalidad.

Los resultados del concurso de la ENCCRV durante los ciclos 2022 y 2023 son significativos. En el ciclo 2022, se postularon proyectos de implementación territorial para un total de 7.200 ha, mientras que en el ciclo 2023 la cifra ascendió a 30.326 ha. En cuanto a la cantidad de hectáreas totales adjudicadas, se observó un aumento del 48% entre 2022 y 2023, pasando de 4.750 a 7.000 hectáreas, respectivamente. En el ámbito de la participación, se destaca un incremento del 46% en el número de proyectos postulados, de 496 a 726, entre 2022 y 2023. Asimismo, se registró un aumento del 17% en el número de proyectos adjudicados, con 397 en el año 2022 y 464 en el año 2023. Cabe destacar la significativa participación de mujeres, alcanzando un promedio del 49%. Además, el 34% de los beneficiarios pertenecen a pueblos originarios y el 90% son pequeños propietarios.

Conjuntamente a lo informado en 2022 referente a proyectos de la ENCCRV, donde se ejecutaron y pilotearon medidas de acción tanto directas como facilitadoras, destacándose el Proyecto Manejo Sustentable de la Tierra (MST) y el Programa Nacional ONU REDD; durante el periodo se han apalancado y ejecutado los siguientes financiamientos por parte de la GCEBX.

En la Tabla 24, se resume la medida de mitigación reportada por el Ministerio de Agricultura. Más detalles de la medida se encuentra en el **Anexo 1: Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación** *(Anexo 1 del capítulo 3).*

Tabla 24. Medida de mitigación reportada por el Ministerio de Agricultura.

Nombre	Medida reportada anteriormente o nueva	Estado	Periodo de implementación
Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales	Reportada	Aprobada	2017 en adelante

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Agricultura.

3.4.1.7 Ministerio de Obras Públicas

El sector de Infraestructura está a cargo del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Para abordar este desafío, el MOP ha reforzado la gobernanza asociada a la temática de cambio climático, mediante arreglos institucionales. En primer lugar, se creó la División de Infraestructura Sustentable (previamente denominada SEMAT3), y dentro de esta se genera el Departamento de Cambio Climático y Economía Circular (DCCyEC). La creación de dicho Departamento permitirá la canalización de los esfuerzos del MOP para enfrentar el cambio climático y cumplir con los compromisos nacionales e internacionales asociados a la temática. Así también, se podrá enfocar el proceso de actualización del Plan Sectorial con el DCCyEC como coordinador del proceso completo y encargado de la difusión y verificación de su cumplimiento en cada dirección del MOP.

Actualmente, el MOP se encuentra en el proceso de elaboración del anteproyecto del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación (PSMA) de la Infraestructura al Cambio Climático. En febrero de 2024 se publicó el inicio del proceso de actualización en el Diario Oficial (Resolución Exenta N°58/2024 de Ministerio de Obras Públicas), dando inicio a la participación ciudadana temprana. El proceso de elaboración del Plan implicó coordinaciones intra e interministeriales para la generación de contenido, para dar cumplimiento a la ECLP y gestionar el involucramiento de otros ministerios en el PSMA de Infraestructura, como del MOP en los otros Planes Sectoriales. Esta etapa culmina con la publicación del anteproyecto del Plan, que se someterá a consulta ciudadana.

En el último periodo entre el 5IBA y el 1IBT no se cuenta con cumplimiento de medidas de mitigación específicas (es decir, reportadas como tales), lo que no significa que no hubo esfuerzos de mitigación en el actuar del MOP. A continuación, se presentan algunas de las acciones que lleva a cabo el Ministerio, que conllevan mitigación de emisiones GEI como co-beneficio:

- Certificación de Edificio Sustentable (CES): esta certificación incorpora requerimientos de eficiencia energética y diseño pasivo, entre otros. Tiene implicancia directa en mitigación del cambio climático, sin embargo, esta no cuantifica la mitigación generada a raíz de su implementación. Si bien la certificación no es MOP, el MOP forma parte del equipo directivo e implementa esta certificación en sus proyectos de edificación pública.
- Se está trabajando en la CES específica para Hospitales y Aeropuertos, para enfocar de manera más eficiente los esfuerzos hacia una mayor sustentabilidad en estos tipos de edificación, siendo lideradas por la Dirección de Arquitectura y Dirección de Aeropuertos, respectivamente.
- Obligación de elaboración de plan de gestión de residuos para todos los proyectos MOP. En la instrucción para la elaboración del plan se establece el requerimiento de seguir la jerarquización de la gestión de residuos que prioriza la reducción, reutilización y reciclaje, por sobre la disposición.
- Implementación de ERNC en proyectos MOP.
- Prácticas de reutilización y reciclaje de material en diversos proyectos, tales como uso de material reciclado y pavimento asfáltico reciclado (RAP) (particularmente en la Dirección de Aeropuertos y en la Dirección de Vialidad).
- Desarrollo de metodología para la estimación de huella de carbono en proyectos MOP y piloto de estimación en diversos proyectos.
- Participación activa en proyectos de investigación para el desarrollo de áridos reciclados y/o artificiales.
- Acuerdos de Producción Limpia (APL) en temáticas de economía circular de resinas plásticas recicladas, gestión de residuos de la construcción y uso eficiente del agua.

Foto: Nicolás Smith D.

3.5 RESUMEN DE LAS EMISIONES Y LA ABSORCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (*ver capítulo 2*), en 2022, el balance de GEI de Chile contabilizó 54.370 ktCO2 eq, mientras que las emisiones alcanzaron las 111.049 kt de CO2 eq. Estas cifras significaron un incremento de 253% respecto 1990 y en un 11% respecto de 2020, para el balance de GEI, las emisiones por su parte aumentaron en un 135% desde 1990 y un 7% desde 2020 (Tabla 25). Al igual que los inventarios anteriores, los principales sectores, en cuanto a su magnitud de emisiones/absorciones fueron el sector Energía y el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). En términos absolutos, cada uno de ellos contribuyó al balance con un 51%, el sector Energía, y con 34% él sector UTCUTS. Por otro lado, cada sector representó distintos niveles de crecimiento o decrecimiento. El sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por su sigla en inglés) presentó el mayor aumento respecto del año 2020, con casi un 20%, mientras que el sector Agricultura presento el mayor decrecimiento, con casi un 6%, respecto del año 2020.

Respecto de la tendencia de los diferentes sectores, se evidencia un aumento de las emisiones en todos los sectores emisores, mientras que el sector UTCUTS muestra un decrecimiento en sus absorciones. Por una parte, el sector Energía muestra un crecimiento sostenido desde 1990 hasta 2022, sin embargo, los crecimientos de los últimos años de la serie son evidentemente menores que los del inicio de la serie. Por otro lado, el sector IPPU muestra un crecimiento importante, debido al uso de gases F (hidrofluorocarbonos). Por su parte, el sector Agricultura muestra una disminución en sus emisiones, producto de la disminución de las actividades agropecuarias del país. Respecto del sector UTCUTS, se evidencia una disminución en las absorciones estimadas del país, debido por múltiples factores (deforestación, incendios, sequía, entre otros). Es importante destacar los años 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y especialmente 2017, en donde las absorciones alcanzan su mínimo debido a los incendios

Tabla 25. INGEI de Chile: Emisiones y absorciones de GEI ($ktCO_2eq$) por sector, serie 1990 -2022.

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1. Energía	33.338,5	39.812,2	51.796,3	56.003,9	65.489,0	78.764,3	78.898,9	84.905,2	84.790,9
2. IPPU	1.866,1	2.352,2	3.109,9	4.205,2	3.717,4	5.159,4	6.780,4	7.522,0	8.148,6
3. Agricultura	10.421,4	11.535,4	11.837,5	11.732,2	11.301,1	10.456,8	9.767,4	9.531,0	9.210,6
4. UTCUTS	**-82.885,5**	**-74.284,5**	**-77.699,6**	**-68.107,2**	**-65.093,9**	**-48.812,1**	**-54.580,2**	**-62.400,0**	**-56.678,8**
5.Residuos	1.681,7	2.290,5	3.024,8	4.380,1	4.569,5	6.424,5	8.268,9	8.697,0	8.898,6
Balance	-35.577,8	-18.294,2	-7.931,1	8.214,1	19.983,1	51.992,9	49.135,5	48.255,2	54.370,0
Emisiones	47.307,6	55.990,3	69.768,5	76.321,3	85.077,0	100.805,0	103.715,6	110.655,2	111.048,7

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

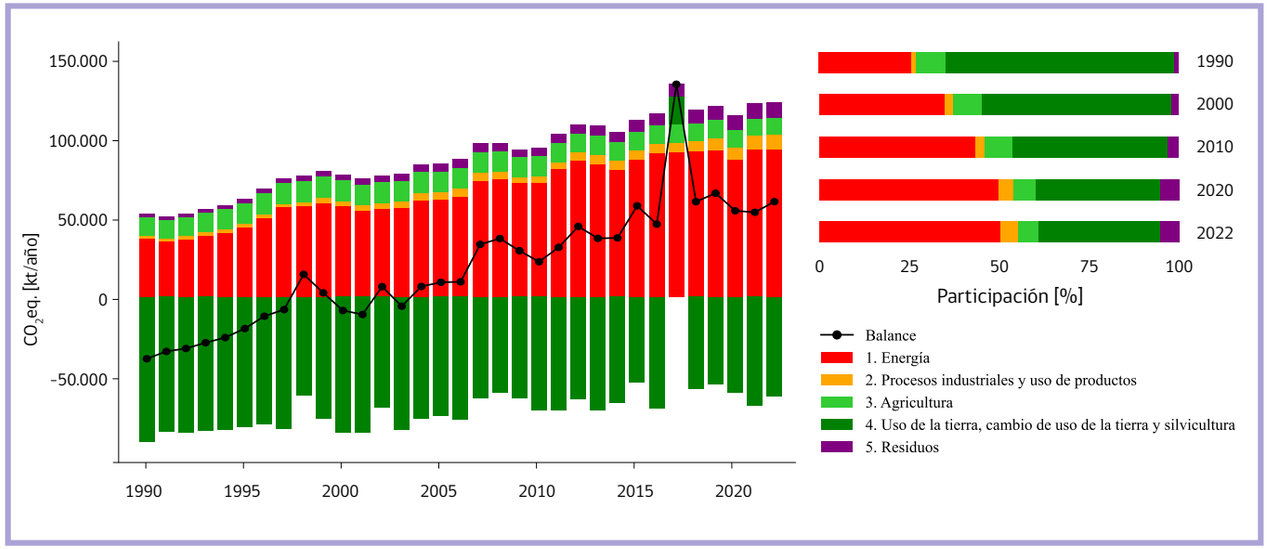


Figura 20. INGEI de Chile: balance de GEI por sector, serie 1990-2022.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

forestales. Particularmente el año 2017 destaca por sobre los otros, debido a la magnitud de los incendios forestales de ese año. En 2017, cerca de 570.000 ha fueron afectadas por incendios forestales de gran magnitud, afectando mayormente a la zona centro sur del país, con mayor incidencia en la Región del Maule. En ese año las emisiones por incendio alcanzaron las 68.302 kt de CO_2eq, lo que representó más del 80% de las emisiones del sector Energía en ese mismo año. Por su parte, el sector residuos muestra un alza importante de sus emisiones, lo que guarda relación con la población y el tratamiento de los distintos residuos.

3.5.1 Asignación del inventario por autoridad sectorial

Siguiendo lo establecido en la Estrategia Climática de Largo Plazo, el presupuesto de emisiones comprometido en la NDC de Chile se distribuye en las autoridades sectoriales definidas por la Ley Marco de Cambio Climático. Esta distribución se realiza primero, en base a la competencia de cada autoridad respecto de las actividades del país, segundo, con las categorías del inventario que contabilizan las emisiones de las mismas actividades, aproximadamente. La NDC de Chile compromete un presupuesto de emisiones para el periodo 2020-2030, el cual se monitorea con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

A continuación, se presenta un resumen de las categorías del inventario asignadas a cada autoridad sectorial y el avance preliminar de su presupuesto para el periodo de evaluación de avance de la NDC (2020 - 2022). Para facilitar la lectura y entendimiento de la agrupación de las emisiones, se definieron categorías que representan de manera agregada las emisiones contabilizadas en esta categoría.

3.5.1.1 Ministerio de Energía

Tabla 26. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Energía en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico (*)
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	Emisiones producidas por la quema de combustibles en la refinación del petróleo	Manufactura de combustibles
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	Emisiones producidas por la quema de combustible en manufactura de combustibles tales como el carbón	
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	Emisiones fugitivas en procesos de exploración, refinamiento y distribución de combustibles fósiles	
1.A.2.c.	Sustancias químicas	Emisiones producidas por la quema de combustibles, con fines energéticos, en la producción de sustancias químicas tales como el metanol o el ácido nítrico	A. Industriales y comerciales
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	Emisiones por quema de combustibles en las industrias de papel y celulosa	
1.A.2.m.	Industria no especificada	Emisiones por quema de combustible de otras industrias no individualizadas	
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	Emisiones por la producción de metanol y ácido nítrico, excluye las emisiones por quema de combustible en dichos procesos (ver 1.A.2.c.)	
1.A.4.a.	Comercial / Institucional - Comercial	Emisiones por quema de combustible en establecimientos comerciales	
1.A.2.a.	Hierro y acero	Emisiones por quema de combustible, con fines energéticos, en la producción de hierro y acero	
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	Emisiones por quema de combustible en la producción de minerales no metálicos tales como carbonatos	
2.G.1.	Equipos eléctricos	Emisiones por el uso de SF6 como aislante en centrales de distribución de electricidad	Equipos eléctricos
2.F.1.c.	Refrigeración industrial	Emisiones por uso de HFC en refrigeración industrial	Uso de gases F
2.F.1.a.	Refrigeración comercial	Emisiones por uso de HFC en refrigeración comercial	
2.F.1.b.	Refrigeración doméstica	Emisiones por uso de HFC en sistemas de aire acondicionado doméstico	
2.F.1.e.	Aire acondicionado fijo	Emisiones por uso de HFC en sistemas de aire acondicionado	
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad -Industrial y comercial	Emisiones producidas por la generación de electricidad demandada por las industrias asignadas al Ministerio de Energía y el sector comercial	G. de electricidad

*A. Industriales y comerciales: Actividades industriales y comerciales / Uso de gases F: uso de hidrofluorocarbonos (HFC, PFV) / G. de electricidad: generación de electricidad.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

El presupuesto de emisiones del Ministerio de Energía contempla las emisiones producidas por la elaboración de combustibles, usos energéticos de industrias, tanto combustibles como electricidad, y las emisiones de gases fluorados en usos de refrigeración. Las emisiones están ampliamente dominadas por la demanda eléctricas y sus emisiones, la que ha disminuido su participación a lo largo de los años (Figura 21). Otro emisor importante es el uso de refrigerantes a nivel industrial e industrias no especificadas. En el periodo 2020-2022, las emisiones acumuladas alcanzaron las 83.481 kt de CO_2eq, lo que representó un 7,6% del presupuesto nacional.

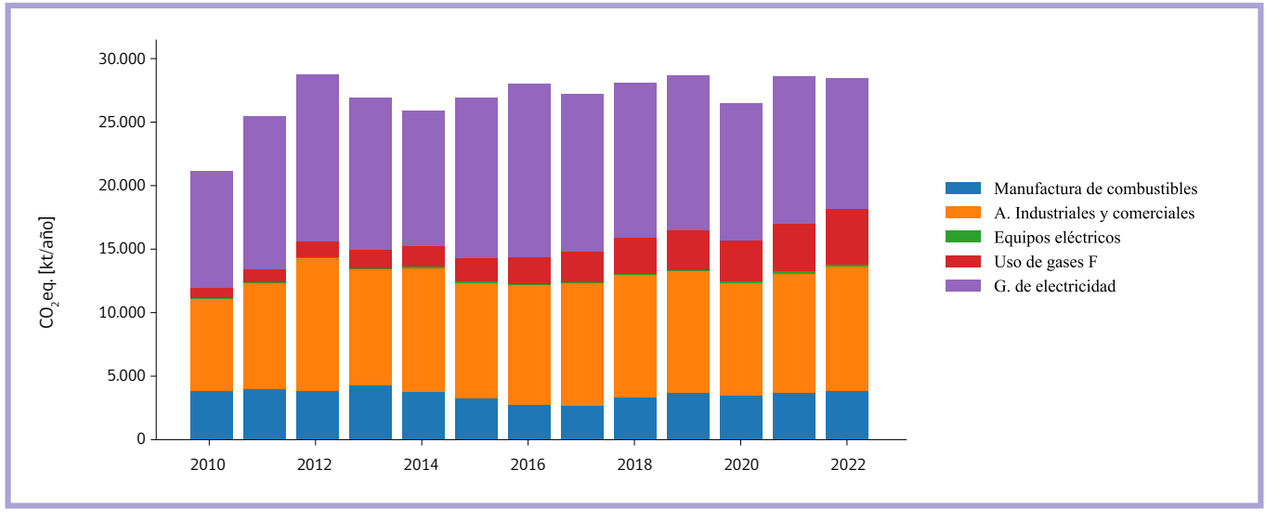


Figura 21. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Energía.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Foto: Bryan Contreras

3.5.1.2 *Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones*

Tabla 27. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Transportes en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico
1.A.3.a.	Aviación civil	Emisiones por quema de combustible en viajes nacionales	Aéreo
1.A.5.b.i.	Móvil (componente aviación)	Emisiones de quema de combustible que no se hayan declarado en otra categoría	
1.A.3.b.	Transporte terrestre	Emisiones por quema de combustible del transporte terrestre	Terrestre
1.A.3.c.	Ferrocarriles	Emisiones por quema de combustible de trenes	
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	Emisiones por quema de combustible de otro tipo de transporte, que circula por carretera y cuenta con permiso de circulación, que no se considera en las categorías anteriores	
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	Emisiones por quema de combustible de la actividad naviera entre puertos nacionales	Marítimo
2.F.1.f.	Aire acondicionado móvil	Emisiones por el uso de HFC en sistemas de aire acondicionado móvil	Uso de gases F
2.F.1.d.	Transporte refrigerado	Emisiones por uso de HFC en transporte refrigerado	
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	Emisiones por uso de lubricantes principalmente	Uso de lubricantes
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad - Transporte	Emisiones producidas por la generación de electricidad demandada por las actividades de transporte	G. de electricidad

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: Pilar Perez

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones contabiliza las emisiones producto del transporte, tanto terrestre, como marítimo y aéreo. Además, incluye emisiones producto de la demanda eléctrica de los mismos transportes y otro uso de productos como lubricantes y refrigerantes. Para el periodo de evaluación, las emisiones alcanzaron 87.302 kt de CO_2eq (Figura 22), lo que representó un 7,9% del presupuesto nacional. En general, la gran mayoría de las emisiones provienen del transporte terrestre, seguido por el transporte aéreo.

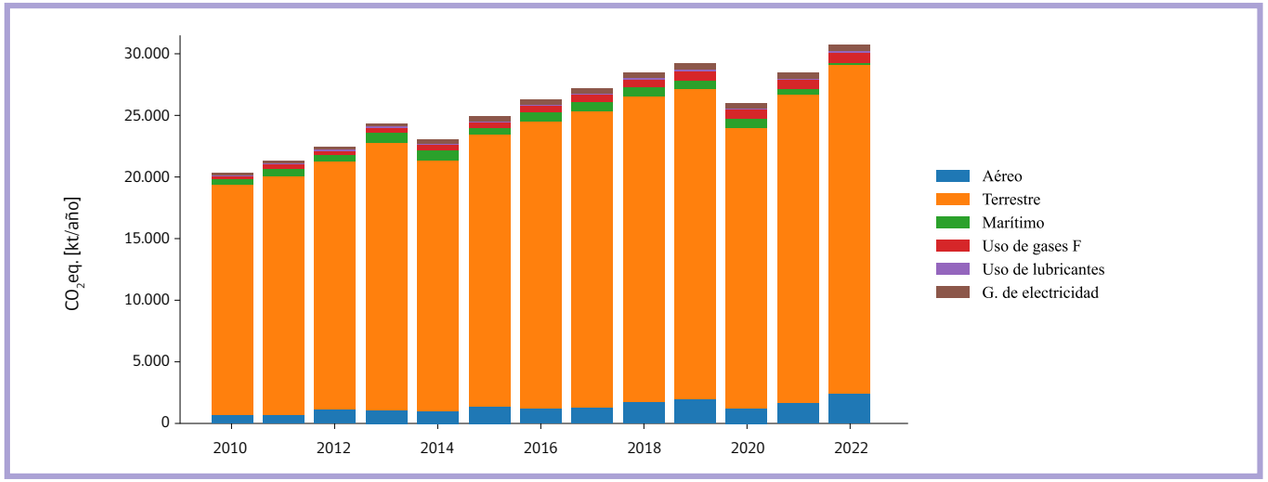


Figura 22. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.5.1.3 Ministerio de Minería

Tabla 28. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Minería en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico
1.A.2.i.	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Emisiones de la quema de combustible en las actividades mineras de excavación	Maquinaria minera
1.A.2.b.	Metales no ferrosos*	Emisiones de la quema de combustibles con fines energéticos en procesos de tratamiento de materias primas en la minería	Procesos mineros
2.A.2.	Producción de cal	Emisiones de la producción de cal, excluye las emisiones por quema de combustible en dichos procesos	Productos mineros
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	Emisiones de la producción de ácido nítrico, excluye las emisiones por quema de combustible en dichos procesos	
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad – Minería	Emisiones de la generación de electricidad demandada por las actividades mineras	G. de electricidad

*La categoría 1.A.2.b. no contabiliza emisiones nuevas en el inventario, antes se contabilizaba dentro de la categoría 1.A.2.i.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: José Ignacio Martínez

El presupuesto del Ministerio de Minería se construye con las emisiones producto de las diferentes actividades mineras del país y su demanda eléctrica, también se incluyen las emisiones asociadas a la producción de cal y de ácido nítrico. Para el periodo de evaluación las emisiones del Ministerio de Minería alcanzaron 55.823 kt de CO_2eq (Figura 23), siendo un 5,1% del presupuesto nacional. Las emisiones provienen en una amplia mayoría por la quema de combustibles en faenas mineras y su demanda eléctrica.

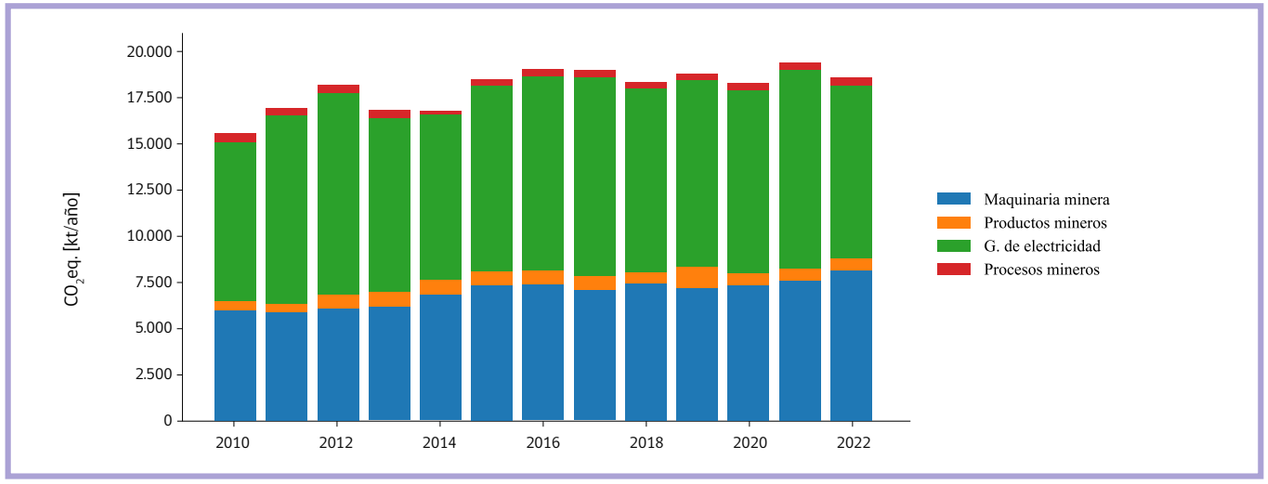


Figura 23. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Minería.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.5.1.4 Ministerio de Salud

Tabla 29. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Salud en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico
5.A.	Disposición de residuos sólidos	Emisiones de la disposición de residuos sólidos, principalmente domiciliarios	Residuos sólidos
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	Emisiones del tratamiento biológico de los residuos biológicos, principalmente por plantas de compostaje	Tratamiento de residuos
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	Emisiones de la incineración de residuos sin fines energéticos	
2.F.3.	Protección contra incendios	Emisiones por uso de HFC en sistemas para la protección contra incendios	Uso de gases F
2.F.4.	Aerosoles	Emisiones por uso de HFC en propelentes	
2.F.5.	Solventes	Emisiones por uso de HFC en solventes	
2.G.3.	N_2O de usos de productos	Emisiones del uso de N_2O en actividades médicas u otras	Uso de N_2O

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: Bryan Contreras

El presupuesto del Ministerio de Salud incluye, mayormente, las emisiones producidas por la generación, disposición o tratamiento de residuos, además de otros usos de aerosoles con fines médicos. Las emisiones durante el periodo de evaluación alcanzaron las 21.833 kt de CO_2eq (Figura 24), representando un 1,2% del presupuesto nacional. La mayoría de las emisiones provienen de la eliminación de residuos en basurales, vertederos o rellenos anaeróbicos.

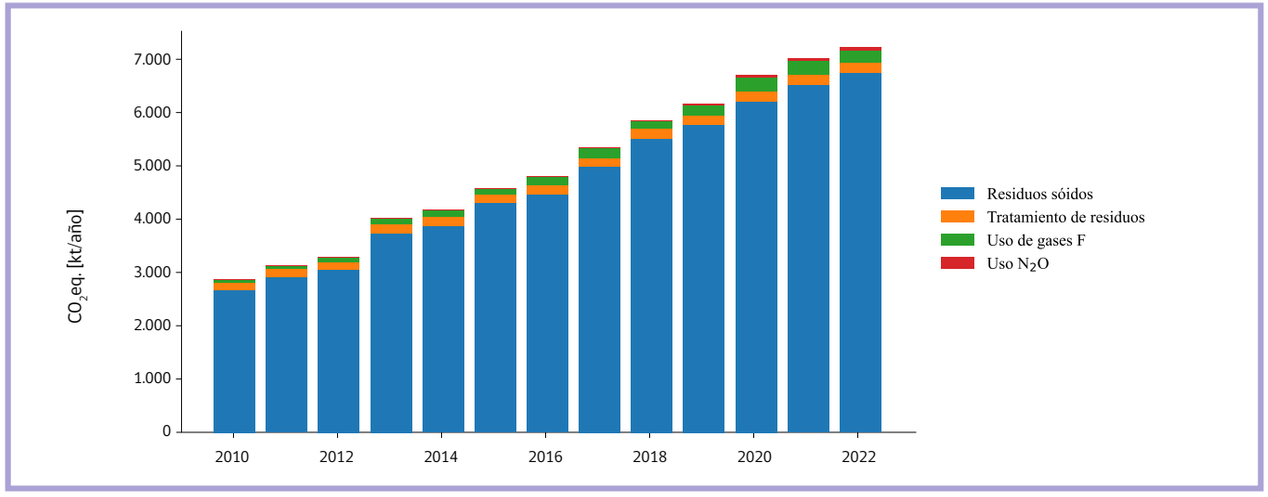


Figura 24. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Salud.
Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.5.1.5 Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Tabla 30. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Vivienda y Urbanismo en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico
1.A.4.b.	Residencial	Quema de combustibles con fines energéticos. Se contabilizan las emisiones por actividades como cocina y calefacción entre otros	Consumos residenciales
2.F.2.	Agentes espumantes	Emisiones por uso de espumantes. Estas emisiones se deben principalmente por el uso de HFC en aislantes	Uso de gases F
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad - Residencial	Emisiones generadas por centrales de generación eléctrica según la demanda de electricidad de la categoría Residencial	G. de electricidad

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: Bryan Contreras

Las emisiones asignadas al Ministerio de Vivienda y Urbanismo corresponden a los consumos energéticos, tanto de combustibles como de electricidad de las viviendas del país, además de las emisiones estimadas por el uso de agentes espumantes. En el periodo actual de verificación del avance de la NDC de Chile, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo acumula emisiones por 31.771 kt de CO_2eq (Figura 25), lo que representó un 2,9% del total del presupuesto nacional. Se observa un aumento sostenido de los usos residenciales, pero no así en la participación de las emisiones por demanda eléctrica. Esto se debe principalmente a la variación de la matriz energética, la cual ha propendido a las energías renovables.

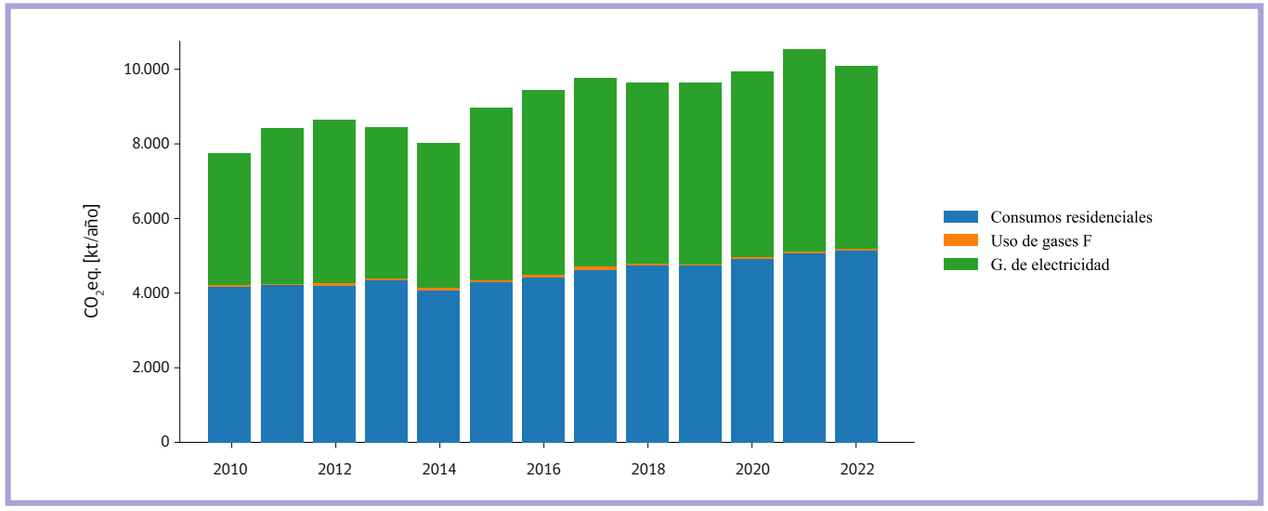


Figura 25. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.5.1.6 Ministerio de Agricultura

Tabla 31. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Agricultura en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico
3.	Agricultura	Este sector contabiliza las emisiones producidas por la fermentación entérica, el manejo del estiércol y las emisiones de N2O por el uso de fertilizantes	Actividades agropecuarias
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Emisiones por quema de combustibles con fines energéticos en industrias de alimentos	Industria alimentaria
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	Emisiones por quema de combustible con fines energéticos en las actividades de agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías	Usos energéticos

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: Bryan Contreras

El Ministerio de Agricultura considera las emisiones provenientes de las actividades agropecuarias en el país, además de las emisiones producidas por industrias relacionadas al rubro alimentario y actividades de pesca, piscifactorías u otro uso de combustible relacionado con estas mismas actividades. Para el periodo de evaluación de avance, las emisiones de agricultura alcanzaron las 31.369 kt de CO_2eq (Figura 26), llegando a representar un 2,8% del presupuesto nacional, destacando como principal emisor las actividades agropecuarias.

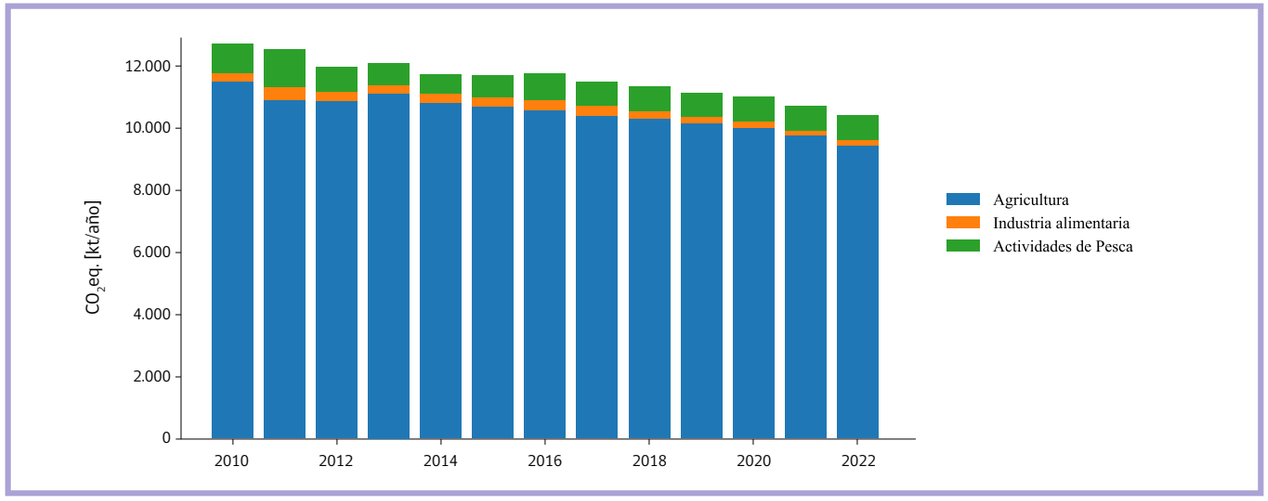


Figura 26. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Agricultura.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.5.1.7 Ministerio de Obras Públicas

Tabla 32. Fuentes de emisión asignadas al Ministerio de Obras Públicas en la ECLP.

Código IPCC	Categoría	Descripción	Categoría en gráfico
1.A.4.a.	Comercial / Institucional - Institucional	Emisiones por quema de combustible en actividades del sector público	A. Industriales y comerciales
2.A.1.	Producción de cemento	Emisiones producidas por la producción de cemento, excluye las emisiones por quema de combustible en dichos procesos	
2.A.3.	Producción de vidrio	Emisiones producidas por la producción de vidrio, excluye las emisiones por quema de combustible en dichos procesos	
2.C.	Industria de los metales	Emisiones producidas por la producción de hierro, acero y plomo, excluyendo las emisiones por quema de combustible en dichos procesos	
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	Emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales	Aguas residuales
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad - Público	Emisiones producidas por la generación de electricidad demandada por las actividades del sector público	G. de electricidad

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en ECLP (Gobierno de Chile, 2021).

Foto: Nicolás Smith D.

El presupuesto del Ministerio de Obras Públicas considera las emisiones producidas por actividades relacionadas a la construcción, por ejemplo, incluye las emisiones por producción de cemento, vidrio y metales. También incluye las emisiones producto del tratamiento de aguas residuales. En el periodo de evaluación, las emisiones de estas categorías alcanzaron las 13.758 kt de CO_2eq (Figura 27), llegando a 2,1% del presupuesto nacional. La mayoría de las emisiones proviene del tratamiento y descarga de aguas residuales, también las emisiones producto de la producción de cemento y metales tiene una participación importante, en conjunto con las emisiones producidas por la demanda eléctrica del sector público.

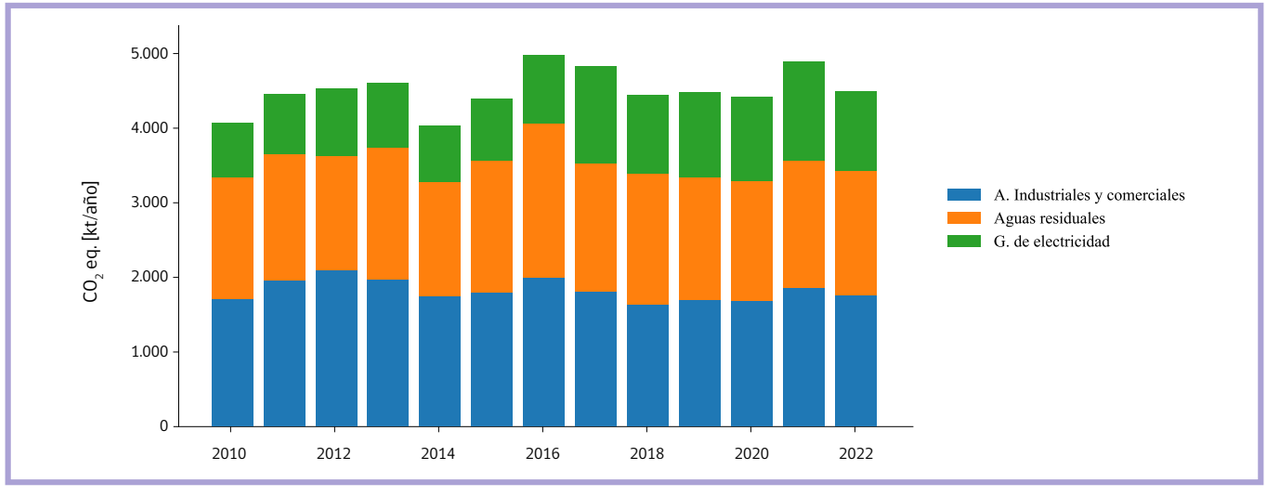


Figura 27. Emisiones por categoría del INGEI asignadas al Ministerio de Obras Públicas.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.6 PROYECCIONES DE LAS EMISIONES Y LA ABSORCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, SEGÚN CORRESPONDA

Este subcapítulo presenta una actualización de la proyección de emisiones sectoriales que fueron consideradas en el 5IBA de Chile. Estas proyecciones consideran resultados parciales de la proyección de escenarios desarrollados para el anteproyecto de la actualización de la NDC, durante 2024. Si bien el diseño de la actualización de la NDC considera la elaboración de un conjunto de escenarios en torno al cumplimiento de la carbono neutralidad a más tardar el año 2050, como lo define la Ley Marco de Cambio Climático, en esta ocasión, las proyecciones solo presentarán un escenario "sin medidas" y un escenario "con medidas", de cumplimiento de los compromisos actuales de la regulación nacional y los compromisos internacionales. Para el caso del escenario "sin medidas", se representa como uno en el que no plantea esfuerzos de mitigación por sobre los propios espontáneos del mercado, en cambio, en el escenario "con medidas" plantea esfuerzos de mitigación entre los años 2020-2030, de acuerdo con los Planes Sectoriales de Mitigación y una proyección de esfuerzos que permitan cumplir el compromiso de carbono neutralidad a 2050. En la Tabla 40, se presentan las medidas de mitigación modeladas por sector, en donde se indica la tasa de penetración de las medidas, tanto en el escenario "sin medidas" como en el "con medidas".

3.6.1 Arreglos institucionales para la elaboración de proyecciones de emisiones

La LMCC define el Sistema Nacional de Prospectiva (SNP), a través del cual se desarrollarán las proyecciones de emisiones necesarias para la toma de decisiones vinculadas a las emisiones futuras de GEI del país en el mediano y largo plazo. El SNP es una estructura organizacional de análisis técnico, capaz de proveer de información prospectiva de emisiones con fines de seguimiento, planificación y actualización de compromisos nacionales e internacionales en materia climática. El principal objetivo del SNP es elaborar una dinámica para la coordinación y normalización de las actualizaciones de proyecciones nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, considerando además sus impactos socioeconómicos. Para ello el sistema debe coordinar, por una parte, herramientas de cálculo instaladas en distintas instituciones del Estado y coordinar por otra parte la transferencia de información necesaria para evaluar los modelos. Para otorgarle robustez técnica al SNP es necesario que la información, modelos y datos que use y genere sean de calidad, en el marco de los principios de transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud, los que corresponden a los pilares de calidad bajo los que opera el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE).

El SNP es mandatado por la LMCC y administrado por el Ministerio de Medio Ambiente, y su funcionamiento estará regulado por el reglamento del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático (SNAICC), que se encuentra en trámite a la fecha de publicación del presente reporte. Asimismo, para asegurar los principios anteriormente mencionados, el SNP funcionará de acuerdo con lineamientos de: involucramiento de diversos actores de la sociedad para la proyección de escenarios socioeconómicos y tecnológicos, flexibilidad en la elaboración de proyecciones, considerando el objetivo de estas (NDC, PSM o IBT), eficiencia mediante la asociación con sistemas prospectivos de otros organismos, desarrollo y mantención de capacidades de los equipos técnicos y organismos involucrados en los análisis prospectivos, integración de diversos mecanismos para el análisis prospectivo, velando por la coherencia de los resultados, estandarización y consistencia de los resultados de la operación del SNP, y por último, mejoramiento continuo a través de revisión y perfeccionamiento de los procesos, metodologías y actividades de control y calidad.

El SNP propenderá a facilitar y robustecer la evaluación de escenarios prospectivos y medidas de mitigación de GEI, instalando para ello las capacidades técnicas necesarias en el Ministerio del Medio Ambiente y estableciendo un sistema de coordinación y transferencia de información entre los organismos pertinentes. El sistema complementará los análisis y prospecciones específicas de cada una de las instituciones pertinentes, (p.ej. Ministerio de Energía, Ministerio de Agricultura), siendo una herramienta adicional a estas instituciones para sus propios análisis y calibraciones, que recoja las visiones de cada uno de estos organismos.

Si bien el SNP se encuentra actualmente sin un reglamento publicado, presenta importantes avances que le permiten operar actualmente, como en el caso de este reporte en donde se presenta el trabajo realizado para el anteproyecto de actualización de la NDC, que dará paso a la actualización de los compromisos nacionales el año 2025 y subsecuentemente revisar la Estrategia Climática a Largo Plazo y los presupuestos sectoriales correspondientes. Es importante resaltar que los escenarios presentados serán ajustados en los próximos meses, ya que aún se encuentran en etapa de levantamiento de información para las expectativas de mediano y largo plazo de las medidas de mitigación. Los escenarios definitivos estarán disponibles para le actualización de la NDC del año 2025.

3.6.2 Emisiones proyectadas

3.6.2.1 Escenario sin medidas

A continuación, se presenta la proyección de emisiones y absorciones para el escenario sin medidas, vale decir, un escenario de referencia 2020 sin esfuerzos de mitigación. Es importante resaltar que esta actualización contiene las proyecciones preliminares del análisis en curso para la próxima actualización de la NDC. También son considerados los recálculos hasta el inventario

1990-2022, lo que para algunos sectores implica diferencias relevantes en las proyecciones. Esto se observa con mayor intensidad en el sector residuos, en que la mejor información y metodología asociada a los recálculos, revelan un sector con una pendiente históricamente mayor en sus emisiones, y consecuentemente con escenarios de mediano y largo plazo con mayores emisiones a las esperadas en versiones anteriores. También se aprecian algunas diferencias importantes, en el corto plazo, en el sector energía, en donde la actualización de factores de emisión o las dificultades para implementar el plan de obras de oferta eléctrica, proyectan mayores emisiones en los primeros años de análisis, en contraste con la visión que se tenía en el análisis de la última actualización de la contribución determinada a nivel nacional.

La Tabla 33, a continuación, presenta la proyección de emisiones y absorciones, en toneladas de CO_2eq, por categoría hasta el año 2050, cuando se proyecta un máximo de emisiones, con un incremento sostenido a partir de 2030, con un total de 108,2 $MtCO_2$eq, llegando a 122,2 $MtCO_2$eq en 2050.

Tabla 33. Proyección de emisiones ($MtCO_2$eq) por sector, escenario sin medidas.

	INGEI		Proyección						
$MtCO_2$eq	2020	2022	*2023	2024	2025	2030	2035	2040	2050
1. Energía	78,9	84,8	78,2	79,3	78,0	79,1	83,4	89,2	94,4
1.A.1. Industrias de la Energía	29,8	29,0	18,6	17,0	14,0	6,0	3,8	3,8	3,8
1.A.2. Industrias manufactureras	15,1	16,4	15,1	15,5	15,9	18,4	18,8	19,6	21,6
1.A.3. Transporte	25,4	30,0	31,8	34,1	35,3	40,8	45,9	50,1	52,1
1.A.4. Otros sectores	7,6	8,3	11,7	11,7	11,9	12,9	13,9	14,8	15,9
1.B. Emisiones Fugitivas	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2. IPPU	6,8	8,1	8,1	8,7	9,1	9,4	8,7	7,8	4,1
3. Agricultura	9,8	9,2	9,5	9,3	9,2	8,9	9,0	9,1	9,2
5. Residuos	8,3	8,9	9,1	9,4	9,6	10,7	11,7	12,6	14,5
Total	**103,7**	**111,0**	**104,8**	**106,6**	**106,0**	**108,2**	**112,8**	**118,7**	**122,2**
4. UTCUTS	-54,6	-56,7	-2,5	-66,1	-57,8	-56,7	-52,5	-55,1	-53,0
Balance	**49,1**	**54,4**	**102,4**	**40,5**	**48,2**	**51,4**	**60,3**	**63,6**	**69,2**

*Considera análisis de datos reales del año.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.6.2.2 Escenario con medidas

A continuación, se presenta la proyección de emisiones y absorciones para el escenario con medidas, esto quiere decir, escenarios en donde ocurren esfuerzos de mitigación sectoriales dados por los Planes Sectoriales de Mitigación. Este escenario se proyectó por categoría y sector, para los principales gases considerados en el inventario.

La Tabla 34, a continuación, presenta la proyección de emisiones, en toneladas de CO_2eq, por categoría hasta el año 2050, donde se proyecta un máximo de emisiones netas alrededor del año 2024, y un decaimiento progresivo pasando por 91,5 $MtCO_2$eq en 2030, llegando a 57,9 $MtCO_2$eq en 2050.

En términos de relevancia en las emisiones nacionales, hay interesantes resultados en cómo evolucionarán las participaciones de las principales categorías. Como evidente consecuencia del proceso de descarbonización de la matriz eléctrica, las emisiones la categoría 1.A.1 Industrias de la Energía, pasan del 29% el 2020 al 7% el 2030 y sin emisiones el 2050. El sector de mayor crecimiento relativo es Residuos, que pasa de representar el 8% de las emisiones en 2020, 9% en 2030, hasta 15% en 2050.

El sector IPPU también presenta un crecimiento sostenido hasta el año 2030, desde el cual tiende a estabilizar su participación por la implementación más profunda de la enmienda de Kigali. De igual forma, el sector Transporte muestra un crecimiento sostenido llegando el 2030 a ser responsable de un tercio de las emisiones totales del país, sosteniendo esa participación hacia el año 2050. En términos agregados, el sector Energía en su conjunto pasa de 76% de las emisiones de CO_2 equivalente en 2020, al 63% en 2050.

Al analizar las proyecciones por GEI, la Tabla 35 a continuación muestra las emisiones de CO_2 por sector. En ella se evidencia la fuerte predominancia del sector energía.

Tabla 34. Proyección de emisiones ($MtCO_2$eq) por sector, escenario con medidas.

	INGEI		PROYECCIÓN						
$MtCO_2$eq	2020	2022	*2023	2024	2025	2030	2035	2040	2050
1. Energía	78,9	84,8	77,7	78,6	77,0	64,7	57,9	54,0	36,1
1.A.1. Industrias de la Energía	29,8	29,0	18,6	17,0	14,0	6,0	2,7	0,3	0,0
1.A.2. Industrias manufactureras	15,1	16,4	15,0	15,4	15,8	14,2	12,1	10,5	7,3
1.A.3. Transporte	25,4	30,0	31,4	33,5	34,4	30,9	29,0	29,3	18,0
1.A.4. Otros sectores	7,6	8,3	11,7	11,7	11,9	12,6	13,2	13,2	9,8
1.B. Emisiones Fugitivas	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2. IPPU	6,8	8,1	8,1	8,7	9,1	9,4	8,7	7,8	4,1
3. Agricultura	9,8	9,2	9,2	9,4	9,3	9,0	8,8	8,8	8,9
5. Residuos	8,3	8,9	9,1	9,4	9,6	8,4	8,5	8,6	8,8
Total	**103,7**	**111,0**	**104,1**	**106,1**	**105,0**	**91,5**	**83,9**	**79,3**	**57,9**
4. UTCUTS	-54,6	-56,7	-2,5	-66,2	-57,9	-60,0	-57,3	-61,1	-57,5
Balance	**49,1**	**54,4**	**101,7**	**39,9**	**47,2**	**31,5**	**26,6**	**18,1**	**0,4**

*Considera análisis de datos reales del año.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

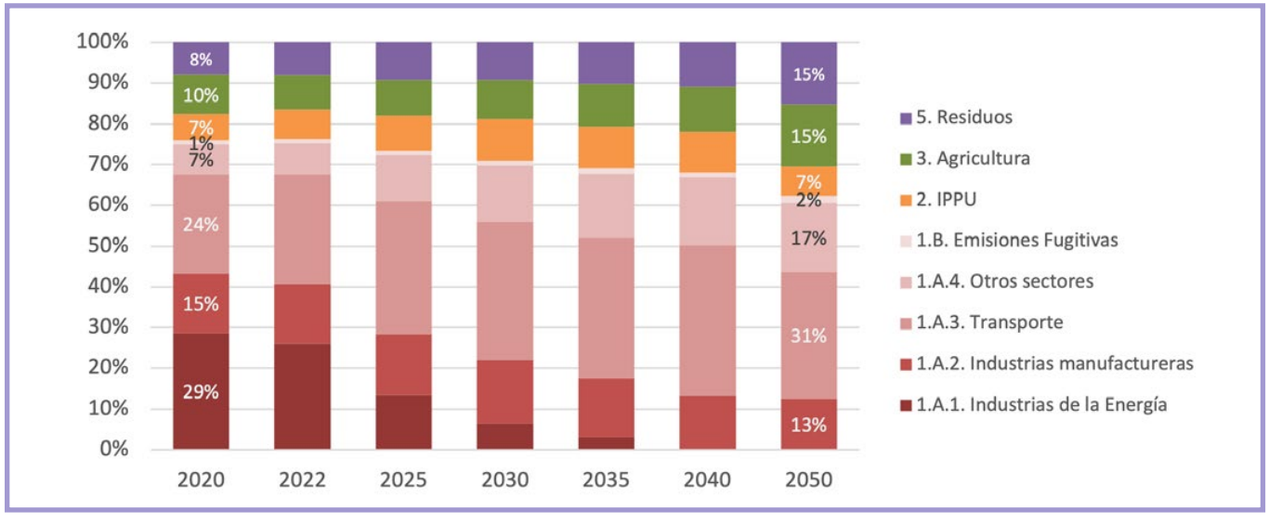


Figura 28. Participación sectorial en las emisiones totales 2010-2050, escenario con medidas.

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 35. Proyección de emisiones ($MtCO_2$) por sector, escenario con medidas.

	INGEI		PROYECCIÓN						
$MtCO_2$	2020	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2050
Total	**78,7**	**84,3**	**78,9**	**79,8**	**78,1**	**66,0**	**59,3**	**55,4**	**37,6**
1. Energía	75,9	81,6	76,1	77,0	75,4	63,1	56,4	52,5	34,8
1.A.1. Industrias de la Energía	29,6	28,9	18,5	16,9	13,9	6,0	2,7	0,0	0,0
1.A.2. Industrias manufactureras	14,9	16,1	15,0	15,4	15,7	14,1	12,1	10,5	7,3
1.A.3. Transporte	24,7	29,2	30,9	33,0	33,8	30,5	28,5	28,9	17,7
1.A.4. Otros sectores	6,7	7,3	11,7	11,7	11,9	12,6	13,2	13,2	9,8
1.B. Emisiones Fugitivas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. IPPU	2,1	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3
3. Agricultura	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5. Residuos	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4. UTCUTS	-55,3	-57,5	-6,1	-66,4	-58,5	-59,6	-59,2	-60,3	-59,7
Balance	**23,4**	**26,8**	**72,8**	**13,4**	**19,6**	**6,4**	**0,1**	**-4,9**	**-22,1**

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente

Foto: Ana Guerrero

La Tabla 36, muestra las emisiones de CH_4 por sector. Estas emisiones son fuertemente dominadas por los sectores Residuos, con 46% de las emisiones y Agricultura, con 36% de las emisiones totales de metano en el año 2020. Este predominio se fortalece en el tiempo hasta llegar al año 2050, siendo el sector Residuos responsable del 52% de las emisiones de metano, mientras que el sector Agricultura emite el 35% del metano total, reduciendo levemente sus emisiones respecto del año 2020.

Tabla 36. Proyección de emisiones ($ktCH_4$) por sector, escenario con medidas.

	INGEI		PROYECCIÓN						
$ktCH_4$	2020	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2050
Total	**546,4**	**568,7**	**528,4**	**533,9**	**539,9**	**477,8**	**479,1**	**480,4**	**483,9**
1. Energía	74,5	80,8	37,5	36,6	37,6	37,3	37,2	37,1	36,4
1.A.1. Industrias de la Energía	1,1	1,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
1.A.2. Industrias manufactureras	3,6	4,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
1.A.3. Transporte	4,9	5,9	1,6	1,7	1,8	1,6	1,5	1,5	0,9
1.A.4. Otros sectores	31,1	31,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1.B. Emisiones Fugitivas	33,8	38,7	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3
2. IPPU	1,9	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
3. Agricultura	207,2	201,8	198,6	194,5	191,0	177,8	177,9	177,7	177,8
5. Residuos	262,8	284,1	290,4	299,9	309,4	260,8	262,2	263,6	267,8
4. UTCUTS	15,1	16,4	83,6	4,6	15,1	16,3	17,5	18,2	20,3
Balance	**561,5**	**585,2**	**612,0**	**538,5**	**555,0**	**494,0**	**496,6**	**498,7**	**504,2**

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

La Tabla 37, a continuación, muestra las emisiones de N_2O por sector. Estas emisiones son principalmente emisiones difusas del sector agricultura, el 63% de las emisiones provienen de este sector en 2020, participación que llega a 62% el año 2050.

En la Tabla 38 presentan las emisiones de HFC, PFC y SF_6, en unidades de CO_2eq. Estas emisiones son en su totalidad del sector de procesos industriales y uso de productos. Se espera que estas emisiones crezcan significativamente hacia el año 2030, catalizadas por las emisiones de HFC de refrigerantes y aire acondicionado. Posteriormente la intensificación de las restricciones de la enmienda de Kigali, permite una importante reducción de las emisiones del sector.

Finalmente, la Tabla 39 a continuación muestra las proyecciones nacionales desagregadas por gas emitido, en unidades comunes de CO_2eq. Se observa que si bien las emisiones de CO_2, derivadas principalmente de la quema de combustibles fósiles siguen siendo dominantes, las emisiones de CH_4 se vuelven cada vez más significativas.

Foto: Pilar Pérez

Tabla 37. Proyección de emisiones (ktN_2O) por sector, escenario con medidas.

	INGEI		PROYECCIÓN						
ktN_2o	2020	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2050
Total	**20,9**	**20,3**	**18,8**	**18,9**	**19,0**	**19,0**	**19,0**	**19,3**	**19,3**
1. Energía	3,3	3,7	2,1	2,2	2,2	1,9	1,7	1,7	1,0
1.A.1. Industrias de la Energía	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
1.A.2. Industrias manufactureras	0,5	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1.A.3. Transporte	1,9	2,2	1,6	1,7	1,8	1,6	1,5	1,5	0,9
1.A.4. Otros sectores	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1.B. Emisiones Fugitivas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. IPPU	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
3. Agricultura	12,9	11,8	12,7	12,7	12,6	12,4	12,4	12,5	12,7
5. Residuos	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,9	4,1	4,3	4,7
4. UTCUTS	1,2	1,2	4,9	0,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
Balance	**20,0**	**19,4**	**23,7**	**19,4**	**20,1**	**20,0**	**20,1**	**20,4**	**20,4**

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 38. Proyección de emisiones ($ktCO_2eq$) de HFCs, PFCs y SF_6 del sector IPPU, escenario con medidas.

	INGEI		PROYECCIÓN						
2. IPPU $ktCO_2e$	2020	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040	2050
HFC	4.248,9	5.526,7	5.549,9	6.100,8	6.479,6	6.715,2	5.922,6	5.055,5	1.310,8
PFC	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
SF_6	194,5	156,3	149,9	153,9	157,9	177,8	197,7	217,7	257,5

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 39. Proyección de emisiones ($MtCO_2eq$) por gas, escenario con medidas.

	INGEI		PROYECCIÓN						
Mt CO_2eq	2020	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2045	2050
Total	**103,7**	**111,0**	**104,1**	**106,1**	**105,0**	**91,5**	**83,9**	**70,6**	**57,9**
CO_2	78,3	83,9	78,4	79,7	78,1	66,1	59,3	48,7	37,6
CH_4	15,2	15,9	14,7	14,9	15,1	13,4	13,4	13,5	13,5
N_2O	5,3	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1
HFC	4,2	5,5	5,5	6,1	6,5	6,7	5,9	3,0	1,3
PFC	0,5	0,5	0,36	0,27	0,17	0,09	0,09	0,09	0,09
SF_6	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

En términos de tendencia porcentual, la participación de las emisiones de CO_2 pasan de 75% en 2020, a 65% el año 2050. Por otra parte, las emisiones de CH_4 pasan de 15% el 2020 a 23% el 2050 y las emisiones de gases fluorados (HFC, PFC y SF_6) pasan de 4% el 2020 a casi 3% el 2050. Esto es la respuesta natural de un escenario que plantea sus principales esfuerzos de mitigación en el sector energía, con acciones más acotadas en los otros sectores mencionados.

La figura 30, permite la comparación de ambos escenarios: a la izquierda se presenta el escenario sin medidas, el cual persiste en una tendencia creciente de las emisiones netas, y a la derecha se presenta el escenario con medidas, en donde se cumple el objetivo de carbono neutralidad a 2050.

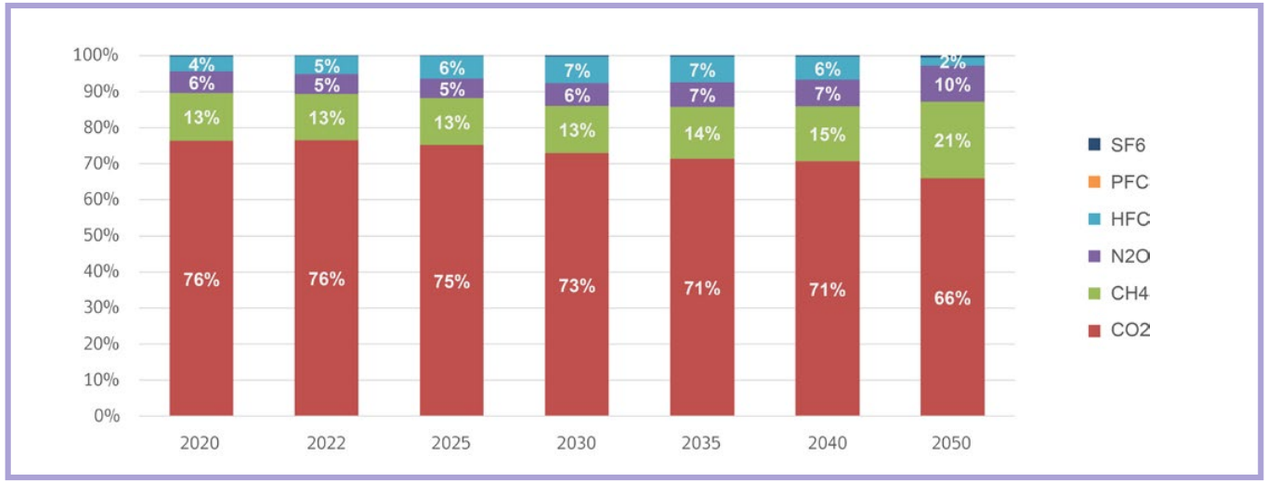


Figura 29. Participación de cada gas en las emisiones totales equivalentes 2020-2050, escenario con medidas.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

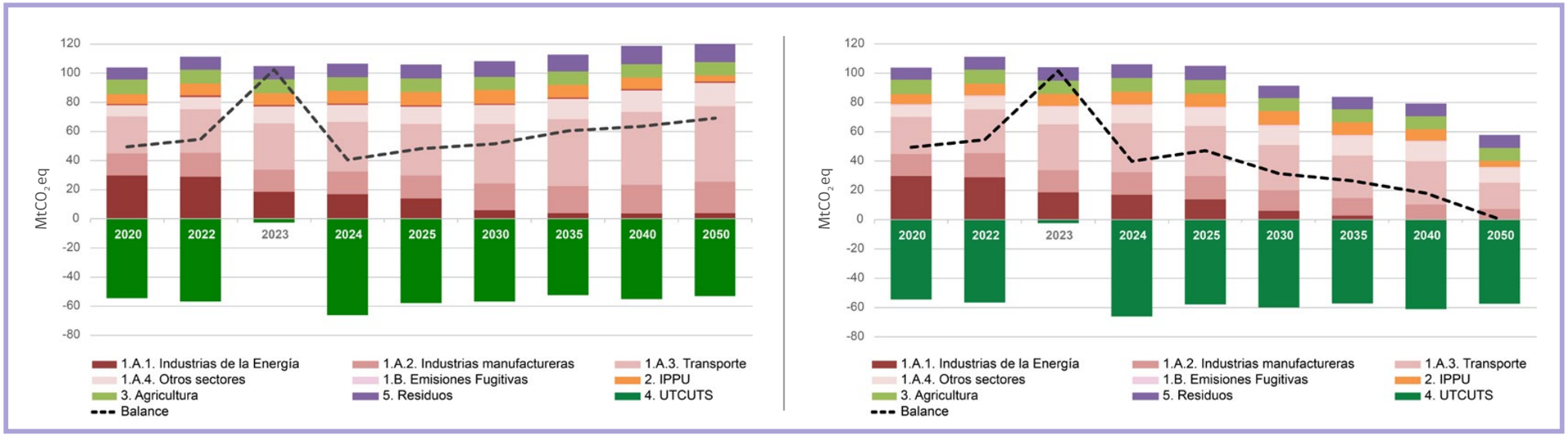


Figura 30. Comparación de escenarios. Escenario sin medidas (izquierda) y escenario con medidas (derecha).
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

3.6.2.3 Medidas consideradas

La tabla a continuación muestra las medidas consideradas en cada escenario y su nivel de implementación.

Tabla 40. Medidas de mitigación evaluadas en cada escenario y sus detalles.

Sector	Medida		Sin Medidas		Con Medidas
GE	**Retiro de centrales a carbón**		**100% a 2040**		**100% a 2035**
Industria y Minería	Estándares de eficiencia en motores		Estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS) más exigentes en 2025 y 2035		
	Sistemas de gestión de energía (SGE) en grandes consumidores		Ahorro anual por SGE: 1,9% los primeros 6 años de implementación, 1% entre el año 7 y el año 20, 0,6% desde el año 21		
	ERNC en procesos térmicos		Sin medida		13% participación de energía solar en uso térmico de papel y celulosa, industrias varias, cemento, azúcar, siderurgia, minas varias a 2050
	Hidrógeno verde	Procesos térmicos	Sin medida		9% participación en industrias varias a 2050
		Usos	Industria	Sin medida	10% participación a 2050
		Motrices	Minería	Sin medida	46% minería del cobre y 65% minas varias a 2050
	Diésel renovable en camiones CAEX		Sin medida		1% de diésel renovable a 2035
	Electrificación	Usos	Industria	Sin medida	89% en industrias varias a 2050
		Motrices	Minería	Sin medida	53% participación en minas varias, 30% minería cobre
		Usos	Industria	Sin medida	28% en industrias varias y papel y celulosa (PyC)
		Térmicos	Minería	Sin medida	27% en minas varias
Comercial y público	Eficiencia energética en luminarias públicas		Se remplazan 8.000 unidades al año		
	Programa Eficiencia Energética Edificios Públicos		Se reacondicionan 5 edificios públicos al año		Se reacondicionan 15 edificios públicos al año
	Programa de Eficiencia Energética en Hospitales		Se reacondicionan 5 hospitales al año		
	Electrificación de la calefacción en malls		Sin medida		100% uso electricidad para calefacción a 2050
	Electrificación usos motrices en sector Otros		50% participación en usos motrices de comercio		55% participación en usos motrices de comercio

Sector	Medida		Sin Medidas	Con Medidas
Residencial	Sistemas solares térmicos (SST) para agua caliente sanitaria (ACS)		0 SSTs al año a partir de 2022 y hasta 2050	12.000 SSTs al año a partir de 2022 y hasta 2050
	Estándares mínimos para refrigeradores		Se implementan estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS)	
	Medidas de etiquetado de artefactos		Se reduce consumo promedio de artefactos al 1% adicional	
	Envolvente térmica de viviendas	Reglamentación térmica (RT)	Se mantiene RT de 2007	Nueva RT en 2025. Se actualiza y mejora en 2035
		Reacondicionamiento térmico	No hay aumento de subsidios	Subsidios aumentan a 36.000 viviendas/año a 2030 y 50.000 viviendas/año a 2050
		Calificación energética nuevas viviendas	A+ 5%; A 15%; B 25%; C	A+ 5%; A 10%; B 35%; C
			30%; D 20% & E 5%.	40%; D 10% & E 0%.
	Net Zero Buildings		Sin medida	Se construyen 450.000 viviendas con estándar Net Zero entre 2041-2050
	Recambio a leña seca		100% a nivel urbano al 2030 y 100% a nivel nacional al 2050	
	Electrificación de consumos	Calefacción	0,7% viviendas (casas y departamentos) a 2050	27% viviendas (casas y departamentos) a 2050
		Cocción	20% al 2050 (casas) & 25% a 2050 (deptos)	23% al 2050 (casas) & 59% a 2050 (deptos)
		ACS	20% al 2050 (casas) & 20% a 2050 (deptos)	23% al 2050 (casas) & 59% a 2050 (deptos)
	Geotermia para calefacción		Sin medida	1% participación en hogares tipo casa a 2050
Transporte	Electromovilidad	Transporte público urbano	En RM se llega al 100% de buses eléctricos en 2050, 0% en resto del país	100% de buses eléctricos al 2040. En RM se llega al 100% de buses eléctricos en 2035
		Taxis	Sin medida	100% parque eléctrico al 2040. 100% de ventas de vehículos eléctricos al 2030
		Vehículos livianos	20% de participación vehículos eléctricos a 2050 (15% eléctricos y 5% híbridos enchufables)	100% venta vehículos cero emisiones a 2035
				60% de participación vehículos eléctricos a 2050 (40% eléctricos y 20% híbridos enchufables)
		Vehículos Medianos	20% de participación vehículos eléctricos a 2050 (15% eléctricos y 5% híbridos enchufables)	100% venta vehículos cero emisiones a 2035
				60% de participación vehículos eléctricos a 2050 (40% eléctricos y 20% híbridos enchufables)
		Transformación de vehículos livianos a VE's	Sin medida	Reemplazo de 15% stock vehículos convencionales a vehículos eléctricos a 2035

Sector	Medida		Sin Medidas	Con Medidas
Transporte	Estándares de rendimiento energético	Vehículos livianos	2024 22,5 km/lge	2024 22,5 km/lge
			2027 27,3 km/lge	2027 27,3 km/lge
			2030 28,9 km/lge	2030 28,9 km/lge
			Se mantienen valor en el futuro	2040 34,8 km/lge
				2050 39,6 km/lge
		Vehículos medianos	2025 15,2 km/lge	2025 15,2 km/lge
			2028 18,5 km/lge	2028 18,5 km/lge
			2031 20,0 km/lge	2031 20,0 km/lge
			Se mantienen valor en el futuro	2040 25,0 km/lge
				2050 30,0 km/lge
		Vehículos pesados (tractocamiones)	Sin medida	Mejorar un 40% (equivalente a reducir el consumo 27%) el rendimiento a partir de 2030
	Hidrógeno verde	Vehículos pesados (tractocamiones)	Sin medida	44% del parque es propulsado a 2050
				100% ventas cero y baja emisión a 2045
		Transporte aéreo comercial	Sin medida	50% de combustible sostenible de aviación a 2050 (30% de Bio-SPK, 20% de combustibles sintéticos)
	Diesel renovable en transporte de larga distancia		Sin medida	1% de diésel renovable a 2035
	Uso de bioetanol en mezclas de gasolina		Sin medida	5% en mezclas a 2035
	Traspaso modal	Infraestructura de bicicleta	Sin medida	Aumento lineal de participación del modo bicicleta hasta alcanzar un 6% del transporte urbano
		metro		Extensión de líneas 2 y 3, y nuevas líneas 7, 8 y 9 hasta el año 2030
		trenes		8 proyectos al 2030, atribuyéndose 11 millones de toneladas-km y 2.546 miles de millones de pasajeros-km
IPPU	Enmienda de Kigali		Se cumple calendario de país en vía de desarrollo	Se cumple calendario de país en vía de desarrollo

Sector	Medida	Sin Medidas	Con Medidas
Agricultura	Biodigestores de purines porcinos	Sin medida	42 % de los purines del ganado porcino es tratado mediante digestor a 2030
	Uso eficiente de fertilizantes	Sin medida	Reducción en un 10% en la intensidad de uso de fertilizante nitrogenado para cultivos de cereales para el año 2030
			Reducción de un 8% en la intensidad de uso de fertilizante nitrogenado para cultivos anuales y forrajeras para el año 2030
	Biodigestores de purines bovinos	Sin medida	El 10% de los purines de ganado bovino es tratado mediante biodigestores para el año 2030
	Mejoramiento dieta bovina (reductor metano)	Sin medida	El 10% de los bovinos en sistemas de confinamiento reciben mejoramiento de dieta para reducir metano a 2030
	Reducción de quemas agrícolas	Sin medida	Reducción del 30% en la superficie destinada a quemas agrícolas mediante la implementación de manejos y usos alternativos del rastrojo en cultivos de cereales a 2030
	Arroz bajo en metano	Sin medida	A 2030, el 10% de la superficie destinada al cultivo de arroz emplea sistemas de producción bajo en emisiones y/o variedades que requieren menor consumo hídrico
Residuos	Valorización de residuos orgánicos (compostaje domiciliario, compostaje en establecimientos educacionales, compostaje a gran escala)	Sin medida	A 2030 tener una capacidad instalada de 1300 kton de compostaje industrial y 500.000 composteras domiciliarias
	Captura y valorización/quema de biogás en rellenos sanitarios existentes y nuevos	Sin medida	100% de los rellenos sanitarios tradicionales (no manuales) existentes tienen sistema de captura y valorización o quema de biogás a 2030
			100% de los nuevos rellenos sanitarios tradicionales (no manuales) tienen sisma de captura y valorización o quema de biogás a 2030
	Reciclaje de papel y cartón	Sin medida	Alcanzar progresivamente un 70% de reciclaje de papel y cartón al 2035, manteniendo porcentaje en el tiempo
	Reducción del desperdicio de alimentos	Sin medida	Reducir el desperdicio de aproximadamente 500 kton de alimentos en 2030
	Huella de carbono y programa de eficiencia energética en hospitales	n/a	n/a
UTCUTS	Forestación	Sin Medidas	Medidas consideradas en la NDC 2020

Fuente: Elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Foto: Nicolás Smith D.

3.6.3 Metodología

3.6.3.1 Metodología de elaboración de proyecciones

En términos descriptivos, es posible dividir la metodología de construcción de escenarios en dos secciones. La primera de ellas es el capítulo institucional, que consiste en la coordinación y organización, desde la institucionalidad y la sociedad civil, para el desarrollo de escenarios prospectivos bajo principios de transparencia y participación, convocando y coordinando a todos sectores vinculados a la emisión y absorción de contaminantes climáticos. Esto incluye, entre muchas funciones, la definición de procedimientos y protocolos para las transacciones del sistema, y la operativización como unidad de análisis para la prospectiva climática nacional y los instrumentos vinculados. Hoy esta estructura se está construyendo bajo el Sistema Nacional de Prospectiva.

Operativizar el sistema y por consecuencia, definir su metodología de trabajo, incluye abordar en conjunto con las instituciones públicas vinculadas, arreglos institucionales que consideren al menos los siguientes aspectos:

- Objetivos y principios del sistema
- Actores vinculados
- Funciones y resultados del sistema
- Herramientas técnicas del sistema
- Roles institucionales
- Actividades vinculadas a los roles
- Planificación de corto y mediano plazo
- Mecanismos de coordinación y trabajo
- Procesos de participación ciudadana
- Análisis técnicos de la información generada
- Emisión de reportes de transparencia
- Difusión y transferencia de información
- Mejora continua

Estas definiciones procedimentales estarán contenidas en el reglamento del Sistema Nacional de Acceso a la Información Y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático (SNAICC), reglamento que a la fecha de publicación se encuentra en etapa de revisión. La administración y coordinación de sistema se realizará a través de un comité operativo el cual deberá actuar conforme a las normas del reglamento. Asimismo, el comité podrá contar con uno o más equipos técnicos denominados subcomités sectoriales y subcomités de apoyo, los que tendrán la calidad de subcomités operativos para el cumplimiento de los objetivos den cada uno de los sectores de análisis prospectivo. Adicionalmente, se cuenta con un documento de diseño del sistema[56] que es la base sobre la cual se ha desarrollado el reglamento y se está avanzando en la implementación.

La segunda sección asociada a la metodología, es la que describe los modelos y estrategias de cálculo de las emisiones y sus proyecciones. En este sentido, el país tiene una importante experiencia en la evaluación de modelos y su continuo perfeccionamiento, apalancado por procesos como MAPS, proceso de investigación y participación multiactor que generó evidencia, proyecciones y opciones para disminuir las emisiones de GEI en Chile, contribuyendo a orientar la toma de decisiones de actores públicos y privados, fortaleciendo las capacidades técnicas de un amplio grupo de actores y sentando las bases de algunas de las herramientas disponibles.

En lo metodológico respecto de los modelos de cálculo, es necesario separar entre sectores. El sector Energía es un sector muy detallado, basado en un modelo de proyección de demanda energética del tipo bottom-up, con un gran detalle técnico para cada uno de sus subsectores y que toma como pilar el Balance Nacional de Energía para la exploración prospectiva, pero que además considera en cada subsector modelos propios y enfoques que apuntan a perfeccionar la capacidad de análisis, con

[56] Ministerio del Medio Ambiente (s.f.).

las fuentes de información disponibles. Por otra parte, sobre los resultados del modelo de proyección de demanda, se ejecuta un modelo de optimización multinodal del sistema eléctrico, diseñado específicamente para el caso nacional, un sistema de distribución territorial para la generación distribuida, y avanza hacia la incorporación de cobeneficios al análisis. El siguiente diagrama presenta la dinámica del sistema.

En esta ocasión, la modelación del sector la está desarrollando mediante una consultoría externa, tomando como referencia los procesos en curso de la Planificación Energética de Largo Plazo y la elaboración del Plan Sectorial de Mitigación del sector Energía, ambos liderados por el Ministerio de Energía.

Por otra parte, en los sectores IPPU, Agricultura, Residuos y UTCUTS, se sigue la metodología definida por las directrices del IPCC para la contabilidad del inventario nacional, proyectada según las variables determinantes asociadas a cada fuente relevante. Para esto se han desarrollado, por parte del Ministerio del Medio Ambiente, los modelos para IPPU, Agricultura y Residuos, y en el caso de UTCUTS, la modelación la ha desarrollado el Instituto Forestal (INFOR), misma institución que desarrolla el Inventario Nacional de GEI del sector[57].

Es importante resaltar que los resultados presentados en este informe son preliminares para el proceso de actualización de la NDC y serán revisados en los próximos meses. Algunos de los principales drivers que determinan las proyecciones sectoriales se muestran a continuación (Tabla 41).

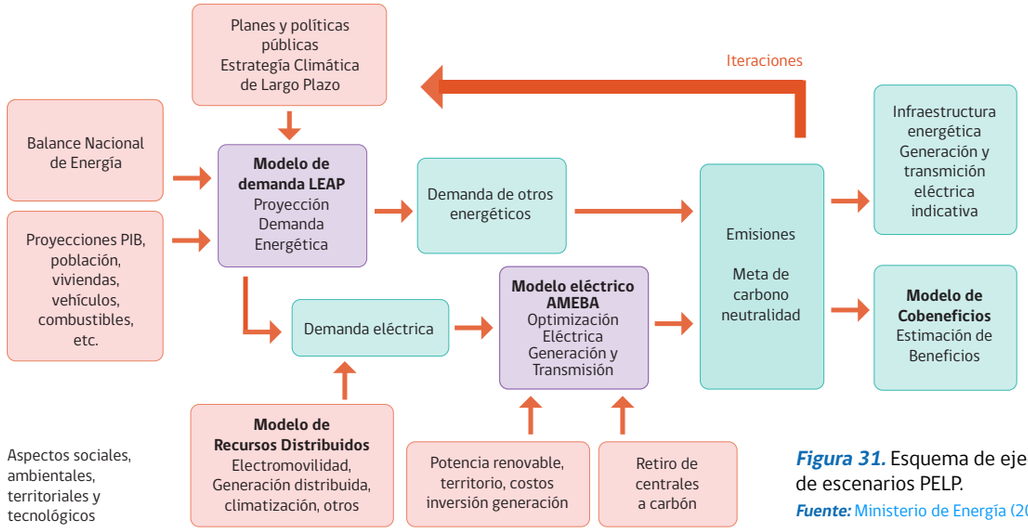


Figura 31. Esquema de ejecución de construcción de escenarios PELP.
Fuente: Ministerio de Energía (2021d).

Tabla 41. Principales drivers de modelación por sectores.

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Drivers
Base	Todas	Crecimiento del PIB de acuerdo con expectativas aportadas por el Ministerio de Hacienda. Crecimiento de la población (INE)
1.	Energía	
1.A.1.	Industrias de la energía	Modelo de optimización de mínimo costo para la expansión y operación del sistema
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	Expectativas productivas del sector cobre, modelos de producción sectorial basados en crecimiento del PIB y expectativas específicas para otros sectores industriales
1.A.3.	Transporte	Niveles de actividad vinculados al crecimiento del PIB para cada categoría de transporte. Curvas de participación tecnológica
1.A.4.	Otros sectores	Crecimiento del PIB, población tasas de ocupación de viviendas, modelos de cambio tecnológico basados en PIB y tendencias
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	Tendencial
2.	Procesos industriales y uso de productos	Niveles de producción sectorial de las industrias asociadas a cada categorías, producción vinculada al sector Energía y determinada por expectativas sectoriales y modelos basados en crecimiento del PIB 2.F. es determinado por trayectorias de refrigeración y climatización derivados del modelo de energía, parque vehicular, y crecimiento del PIB
3.	Agricultura	Tendencias de cultivo de tierras y expectativas sectoriales de masa ganadera para cada especie principal
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Modelación econométrica basada en series históricas y expectativas sectoriales
5.	Residuos	Modelación de residuos generados por categoría y composición, de acuerdo con el PIB per cápita

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

[57] Mayor detalle metodológico de los modelos de cálculos puede ser revisado en: Planificación Energética de Largo Plazo (Ministerio de Energía, 2021d); Propuesta de Mitigación NDC Chile (Palma, 2019); MAPS Chile: https://mapschile.mma.gob.cl/

3.6.3.2 Cambios metodológicos respecto de la presentación de proyecciones en el 5IBA

En este reporte se han desarrollado cambios en el contenido reportado, en línea con los requerimientos de las disposiciones 92 a las 102 de los MPD. Lo más evidente es la adopción de las nomenclaturas del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, la inclusión de indicadores de progreso de la NDC y haber desarrollado escenarios del sector UTCUTS. También se consideran los cambios del inventario nacional, como son la actualización de los potenciales de calentamiento global y los factores de emisión.

Sin embargo, otros aspectos también son destacables. Los escenarios presentados se alimentan de los planes sectoriales de mitigación, que definen en el corto plazo los compromisos concretos de las instituciones públicas con compromisos de mitigación. Estos planes definen los compromisos de mitigación en el periodo 2020-2030 y dan algunas indicaciones preliminares para las trayectorias posteriores a 2030.

Foto: Micaela Jara Forray

3.7 OTRA INFORMACIÓN

3.7.1 Esfuerzos en mitigación de otras instituciones públicas

A nivel nacional también se desarrollan acciones y medidas de mitigación a cargo de otras instituciones públicas, lo que reconoce esfuerzos adicionales y complementarios a lo desarrollado por las siete autoridades sectoriales en materia de mitigación (presentado en la sección *Medidas de mitigación de las autoridades sectoriales de mitigación*). Si bien estas instituciones no tienen obligaciones de cumplimiento en cuanto a elaborar Planes Sectoriales de Mitigación, la labor que desarrollan es relevante para el logro de metas de mitigación a nivel país. Además, estas instituciones reportaron medidas de mitigación y medios de implementación en el 5IBA, por lo que se ha realizado un seguimiento de su progreso, lo cual incluye una descripción de los medios de implementación y un resumen de las medidas de mitigación implementadas por dichas instituciones. Adicionalmente, se ha realizado un esfuerzo en reportar algunas de las medidas de mitigación de manera detallada, lo cual se presenta en el *Anexo 1:* estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las medidas de mitigación.

3.7.1.1 Ministerio del Medio Ambiente

Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular

El Ministerio del Medio Ambiente, organismo responsable del diseño y aplicación de políticas, planes y programas ambientales, cuenta con la Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular, cuyo objetivo es reducir el impacto ambiental relacionado con la generación de residuos y promover un modelo de Economía Circular. Este modelo propone un cambio en los sistemas lineales de producción, negocios y consumo, incorporando el ecodiseño, la reutilización, el reciclaje y la valorización.

Muchos residuos, tanto industriales como no industriales, generan emisiones de metano cuando se disponen en rellenos sanitarios u otros sitios, debido a la degradación anaeróbica de la materia orgánica. Estos procesos ocurren en lugares de disposición final de residuos sólidos domiciliarios e industriales, así como en el tratamiento de aguas servidas y residuos industriales líquidos.

En este contexto, el presente documento reporta el estado de implementación o progreso de los medios de implementación (anteriormente llamadas "medidas habilitantes") informadas en el 5IBA, así como nuevos medios. De acuerdo con la nueva nomenclatura definida para el 1IBT, se presentarán de manera descriptiva los medios de implementación reportados y los nuevos medios implementados, reportándose además una medida de mitigación (Tabla 45).

La implementación de estas acciones trae consigo co-beneficios económicos, como la creación de empleos; ambientales, como la conservación de ecosistemas y la disminución de la contaminación, y sociales, con acciones preventivas para evitar la generación de residuos, como la reducción de su cantidad o peligrosidad, impactando positivamente en la salud, seguridad e higiene de las personas.

Cabe destacar que, como medidas de equidad de género, el Fondo para el Reciclaje incorpora lenguaje inclusivo en las bases especiales de cada llamado y en los convenios respectivos. En la Estrategia de Residuos Orgánicos, se incorporan datos desagregados por sexo obtenidos de la encuesta realizada en el contexto de la consulta temprana, y los participantes del proceso participativo para su co-construcción también están desagregados por sexo. Además, se incluyó el tema del pilar social y el principio de "Equidad e igualdad de género" en el apartado de la NDC y ENRO.

- **Plan Sectorial de Mitigación Sector Residuos – MINSAL**

El Ministerio del Medio Ambiente ha apoyado al Ministerio de Salud (MINSAL) en la elaboración de un anteproyecto del Plan Sectorial de Mitigación para el sector residuos, el que está en periodo de diseño y que se espera implementar en el periodo 2024-2030.

Los objetivos del Plan Sectorial son:

- Valorización de residuos orgánicos a través de compostaje domiciliario, en establecimientos educacionales y a gran escala.
- Instalación de sistemas de captura y valorización o quema de biogás en rellenos sanitarios existentes y nuevos.
- Reciclaje de papel y cartón, buscando alcanzar un 70% a 2035.
- Reducción del desperdicio de alimentos, mediante el fortalecimiento de políticas públicas y la redistribución de alimentos.
- Medición de la huella de carbono y eficiencia energética en hospitales públicos.

Se elaboró el anteproyecto del Plan Sectorial de Mitigación de Salud el cual se encuentra en consulta ciudadana. Se espera prontamente la revisión del proceso de consulta ciudadana y con esto la presentación del anteproyecto corregido al Consejo de ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático.

- **Ley N°20.920: Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (REP)**

Ley en vigencia desde el año 2016, que establece qué productores (fabricantes e importadores) de "productos prioritarios" deben hacerse cargo de los bienes, una vez que terminan su vida útil.

Para esto, la ley establece metas de recolección y valorización diferenciadas por producto y obligaciones asociadas. Los productos prioritarios son: aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, pilas, envases y embalajes, neumáticos.

El objetivo es disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje o valoración, así proteger la vida de las personas y el medio ambiente. Obliga tanto a fabricantes como importadores de productos prioritarios a recuperar un porcentaje de sus productos una vez que terminan su vida útil.

La medida se reportó en el 5IBA y continúa en implementación. Los hitos más importantes ocurridos a la fecha, son la promulgación de los decretos supremos de metas de neumáticos y envases y embalajes, la entrega del decreto supremo de metas de aceites lubricantes a la Contraloría General de la República, la publicación del anteproyecto de pilas y aparatos eléctricos y electrónicos, y el inicio del proceso regulatorio de baterías.

Se espera próximamente la promulgación del decreto supremo de metas de aceites lubricantes, la promulgación del decreto supremo de metas de pilas y aparatos eléctricos y electrónicos, la promulgación del decreto supremo de metas de baterías, y el inicio del proceso regulatorio de un nuevo producto prioritario: textiles, junto con la evaluación de otros productos prioritarios.

Decreto N°8: establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de neumáticos

El Decreto Supremo Nº8 del año 2019, del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante, "D.S. N°8/2019") vigente desde el año 2021, en aplicación de la Ley 20.920, establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas al producto prioritario neumáticos, para disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje o valoración y proteger la vida de las personas y el medio ambiente. Para la categoría A de neumáticos, las metas de recolección a partir del octavo año deberán ser de al menos un 90% y las de valorización, 90%. Para la categoría B, las metas de valorización al octavo año deberán de ser de al menos un 100%.

La medida se reportó en el 5IBA y continúa en implementación. Hasta ahora, los hitos más importantes son, en primer lugar, la promulgación de la Resolución Exenta Nº1499 del 5 de diciembre del año 2022, del Ministerio del Medio Ambiente que aprueba la "Guía para la presentación y descripción de los contenidos del plan de gestión de los sistemas de gestión de neumáticos". En segundo lugar, la promulgación de la Resolución Exenta Nº434 del 7 de mayo del año 2024, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el mecanismo de cálculo específico para determinar el "costo de cumplimiento" y el "factor de riesgo de incumplimiento", elementos que determinan el monto de la garantía, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18 del D.S. N°8/2019.

Además, se ha logrado la conformación de los sistemas de gestión y la aprobación de planes de gestión y se ha llevado a cabo la elaboración de plataformas de declaración de productores y gestores, así como la plataforma de cumplimiento de metas de los sistemas de gestión.

Como acción prevista se tiene la actualización del D.S. Nº8/2019 a los 5 años de su total entrada en vigor (i.e. 2023).

- **Decreto N°12: establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a envases y embalajes**

Decreto Supremo Nº12 del año 2020, del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante D.S. Nº12/2020) en vigencia desde el año 2021, en el marco de la implementación de la Ley 20.920, establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas al producto prioritario envases y embalajes para disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje o valoración y proteger la vida de las personas y el medio ambiente.

Para las categorías domiciliaria y no domiciliarias como sus subcategorías (metal, plástico, papel y cartón, etc.) se establecen metas incrementales. Las metas de valorización y recolección se pueden ver en la Tabla 42 y Tabla 43.

Foto: José Ignacio Martínez

Tabla 42. Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes domiciliarios.

		Subcategoría				
		Cartón para líquidos	Metal	Papel y cartón	Plástico	Vidrio
Año	Primer año	5%	6%	5%	3%	11%
	Segundo año	8%	9%	9%	6%	15%
	Tercer año	11%	12%	14%	8%	19%
	Cuarto año	15%	15%	18%	11%	22%
	Quinto año	19%	17%	23%	14%	26%
	Sexto año	23%	21%	28%	17%	31%
	Séptimo año	27%	25%	34%	20%	37%
	Octavo año	31%	29%	39%	23%	42%
	Noveno año	36%	32%	45%	27%	47%
	Décimo año	40%	36%	50%	30%	52%
	Undécimo año	50%	45%	60%	37%	58%
	A contar del duodécimo año	60%	55%	70%	45%	65%

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2020).

Foto: Jorge Ramirez

Tabla 43. Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes no domiciliarios.

		Subcategoría		
		Cartón para líquidos	Metal	Papel y cartón
Año	Primer año	23%	48%	13%
	Segundo año	32%	54%	19%
	Tercer año	42%	60%	25%
	Cuarto año	51%	65%	32%
	Quinto año	61%	71%	38%
	Sexto año	64%	74%	42%
	Séptimo año	66%	78%	46%
	Octavo año	68%	81%	51%
	A contar del noveno año	70%	85%	55%

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2020).

La medida se reportó en el 5IBA y continúa en implementación. Hasta ahora, los hitos más importantes son: la promulgación de la Resolución Exenta N°240 del 8 de marzo de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que identifica los productos que constituyen envases, indicando, además, la categoría a la que corresponden, de conformidad con lo dispuesto en el D.S. N°12/2020. También, se ha llevado a cabo la promulgación de la Resolución Exenta N°1536 del 15 de diciembre de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba la "Guía para la presentación y descripción de los contenidos del plan de gestión de los sistemas de gestión de envases y embalaje". Además, se ha promulgado la Resolución Exenta N°242 del 8 de marzo de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el mecanismo de cálculo específico para determinar el "costo de cumplimiento" y el "factor de riesgo de incumplimiento", elementos que determinan el monto de la garantía, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 19 del D.S. N°12/2020. Asimismo, se ha logrado la conformación de los sistemas de gestión y la aprobación de planes de gestión y se ha llevado a cabo la elaboración de plataformas de declaración de productores y gestores, así como la plataforma de cumplimiento de metas de los sistemas de gestión.

Como acción prevista, se tiene la actualización del D.S. N°12/2020 a los 5 años de su total entrada en vigor.

- **Fondo para el Reciclaje**

El Fondo para el Reciclaje, nace al alero de la Ley 20.920, Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Se destina a financiar proyectos presentados por municipalidades y asociaciones de municipios, cuyo objetivo es prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización y reciclaje. Cuenta con un Reglamento (D.S. N°7/2017[58] del Ministerio del Medio Ambiente), que establece las directrices y procedimientos, con Bases Generales

[58] Ministerio del Medio Ambiente (2017)

(Res. Ex. N°1515/2017 y N°1573/2019 del Ministerio del Medio Ambiente) que establecen procedimientos de postulación, evaluación, selección, adjudicación, entrega de recursos y control del Fondo, y cada llamado cuenta con bases especiales.

El objetivo es financiar total o parcialmente proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos, fomentar su separación en origen, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización ejecutados por municipalidades o asociaciones de estas.

A 2024, se han realizado 10 llamados concursales, adjudicando a 141 proyectos, según el siguiente detalle por año:

Tabla 44. Proyectos del Fondo para el Reciclaje adjudicados por año.

Año	Número de proyectos adjudicados
2018	33
2019	13
2020	25
2021	15
2022	19
2023	20
2024	16

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Por lo anterior se ha trabajado con más de 741 recicladores de base, beneficiando a más de 1.800.000 personas y se ha invertido alrededor de 2.700 millones de pesos (US$ 2.800.000).

Durante el año 2024, se iniciará la ejecución de los 16 proyectos adjudicados, distribuidos en 15 regiones del país, con un fuerte componente en el manejo de residuos orgánicos, a través de la entrega de más de 700 composteras y/o vermicomposteras.

También, durante el segundo semestre de 2024 se espera abrir la convocatoria del llamado del Fondo para el Reciclaje 2025.

- **Hoja de Ruta de Economía Circular**

La Hoja de Ruta de Economía Circular, es un instrumento creado el año 2019 que plantea la necesidad de dejar atrás la lógica del extraer-producir-consumir-botar, para avanzar hacia un modelo en que los materiales que entran en el ciclo económico, se aprovechen durante el mayor tiempo posible o incluso de forma indefinida. Se evita así la generación de enormes volúmenes de residuos y se hace un uso mucho más eficiente de nuestros recursos, lo que genera menores impactos ambientales, destacando las menores emisiones de gases de efecto invernadero.

Definirá metas de corto, mediano y largo plazo, con miras a 2040, considerando 4 ejes: 1) obtención de materias primas, 2) producción, 3) consumo y servicios y 4) gestión de residuos. Además, da cumplimiento al compromiso de la NDC.

A 2024, un estudio de mapeo de actores clave fue desarrollado y publicado. Además, se llevaron a cabo cuatro talleres regionales de participación temprana en Antofagasta, Valparaíso, Concepción y Puerto Montt, con más de 80 asistentes en total. En 2020, la Fundación Empresarial EuroChile y el Consensus Building Institute se unieron al proceso como consultores de apoyo. También se estableció un Comité Asesor Internacional, con personas y organizaciones destacadas en la economía circular a nivel mundial. Asimismo, se formó un Comité Estratégico de la Hoja de Ruta, compuesto por 33 actores del mundo público, privado, la sociedad civil y la academia, que se reunió periódicamente en 2020 para la elaboración de la hoja de ruta. Durante el mismo año, más de 140 personas participaron en 11 mesas temáticas y más de 70 reuniones, generando decenas de propuestas, iniciativas y recomendaciones para la hoja de ruta.

Es así como en julio de 2021, se publicó la Hoja de Ruta de forma oficial, la que contempla metas de corto, mediano y largo plazo, con miras al 2040.

Se busca como acción futura potenciar el programa Trasforma Economía Circular (o Territorio Circular), que fue iniciado por CORFO y el MMA en noviembre de 2021, con el objetivo de implementar una batería importante de acciones de la Hoja de Ruta, con el foco en aquellas que le son más propias a CORFO (innovación y fomento productivo a nivel territorial). Se trata de un programa aprobado por 3 años y con posibilidad de ampliarlo por un periodo igual, en 2 ocasiones, lo que permite cubrir la implementación hasta el año 2030.

También se planea realizar una consultoría de Estudio Diagnóstico de Economía Circular en regiones y una Campaña Comunicacional para la Reducción Desperdicio de Alimentos.

- **Estrategia de Residuos Orgánicos**

La Estrategia de Residuos Orgánicos (ENRO), está orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes, material orgánico o sustratos contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático. La Estrategia fue publicada en junio de 2021 y es uno de los compromisos de la NDC del país.

Su objetivo es aumentar significativamente la tasa de valorización de los residuos orgánicos gestionados a nivel municipal. Para cumplir con dicho propósito, se propone una serie de metas intermedias a 2030:

- Valorizar un 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.

- Contar con 500.000 familias que utilicen composteras y/o vermicomposteras en sus viviendas.
- Llegar a 5.000 establecimientos educacionales con composteras y/o vermicomposteras.
- Alcanzar 500 barrios del programa "Quiero mi Barrio" haciendo compostaje y/o vermicompostaje.
- Contar con un 50% de las instituciones públicas separando en origen y valorizando los residuos orgánicos que generan.
- Lograr que todos los parques urbanos administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo estén compostando los residuos orgánicos generados en sus instalaciones.

A la fecha, se han llevado a cabo proyectos de valorización de residuos orgánicos, principalmente plantas de compostaje, para 12 municipalidades. Estas municipalidades ya disponen de la ingeniería a nivel de detalle lista. Además, se ha implementado el Plan de Compostaje y Vermicompostaje domiciliario en las comunas de Coquimbo, Los Andes, Peñalolén, Chillán, Pucón y Gorbea. Este programa ha proporcionado 1.800 equipos (300 por municipio), distribuidos entre la población de esas comunas. Adicionalmente, se entregaron 100 equipos (50 por municipio) a Providencia y Concepción.

En el mismo contexto, se ha avanzado en el proyecto de ingeniería a detalle de otras tres plantas de compostaje municipal para Caldera, Renca y Pucón, y se financió e inició el desarrollo de una asistencia técnica dirigida a los municipios de Río Claro, San Javier y Parral, enfocada en elaborar planes municipales de gestión de residuos destinados a implementar ENRO.

En el ámbito regulatorio, se apoyó al Ministerio de Salud en la elaboración de una primera propuesta de reglamento destinado a regular específicamente el diseño y la operación de las plantas de compostaje. Actualmente, dicho documento se encuentra en fase de revisión por parte de la unidad jurídica del Ministerio de Salud. En esta misma línea, se elaboró una propuesta orientada a modificar los umbrales de ingreso al SEIA, para los proyectos de valorización de residuos orgánicos, en el marco del proceso de modificación del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 del MMA).

Se espera próximamente desarrollar la línea base de residuos orgánicos municipales a nivel nacional y el diseño y puesta en marcha de una metodología de reportabilidad de los indicadores de seguimiento considerados. También avanzar hacia la obligatoriedad de algunas de las medidas contenidas, a través de un cuerpo legal (Proyecto de Ley de Residuos Orgánicos).

Considerando que la Estrategia ENRO es un instrumento estratégico de política pública que entrega orientaciones no vinculantes respecto a cómo avanzar al 2040 en torno al manejo de los residuos orgánicos, un proyecto de ley contribuirá a su materialización.

- **Hoja de Ruta de Economía Circular en Construcción – RCD**

La Hoja de Ruta de Economía Circular en construcción, con periodo de implementación entre los años 2022 - 2035, es una guía para cambiar el paradigma de extraer - usar - tirar, dominante en el sector construcción y mejorar la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), avanzando en el reciclaje, productividad, eficiencia en el uso de recursos y generando beneficios para el medio ambiente y sus ecosistemas.

Contiene cinco ejes estratégicos de trabajo, y otros cinco ejes transversales, los que en conjunto dan pie al desarrollo de lineamientos, acciones, metas y actores a mediano (2025) y largo plazo (2035).

A la fecha, se ha dado continuidad a las mesas de trabajo con los servicios públicos para implementar la Hoja de Ruta, incorporarla en la planificación sectorial y promover las medidas correspondientes. En paralelo, se llevan a cabo mesas de trabajo con agentes privados como el Instituto de la Construcción (Consejo Nacional de Normalización, CNC), para fomentar las medidas de normalización, y con centros tecnológicos como CteC, CIPyCS y CIM, entre otros.

Además, se colabora en la implementación de la Estrategia de Construcción Circular, un instrumento privado que incluye medidas derivadas de la Hoja de Ruta. Esta estrategia es liderada por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), su Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) y el programa CORFO Construye 2025, con la participación de empresas de la construcción, gremios y servicios públicos como el MINVU, MOP y MMA.

En paralelo, se apoyó el desarrollo de 4 Acuerdos de Producción Limpia (APL) para las regiones de Valparaíso (en implementación), Los Lagos (firmado), Magallanes y Antofagasta (en desarrollo); se encargó y se encuentra en desarrollo un set de 7 nuevas normas técnicas para definir marco de trabajo, vocabulario y atributos de economía circular e indicadores para economía circular del sector construcción en distintas escalas, desde los materiales a obras, entornos construidos y ciudades.

Por otra parte, se ha postulado a un proyecto GEF que financiará USD 2,9 millones en actividades para el avance de las metas de la Hoja de Ruta y que entre otros recoge el trabajo ya reportado del proyecto de competencias laborales, para desarrollo de 7 perfiles nuevos. Este recoge el trabajo desarrollado con MDS para el desarrollo de metodologías.

Actualmente, se está a la espera del resultado del trabajo desarrollado con MINSAL, respecto del Reglamento Sanitario para el Manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) que incluye requisitos a las instalaciones de manejo (disposición final, valorización y transferencia), el que fue sometido a consulta pública y se encuentra en tramitación.

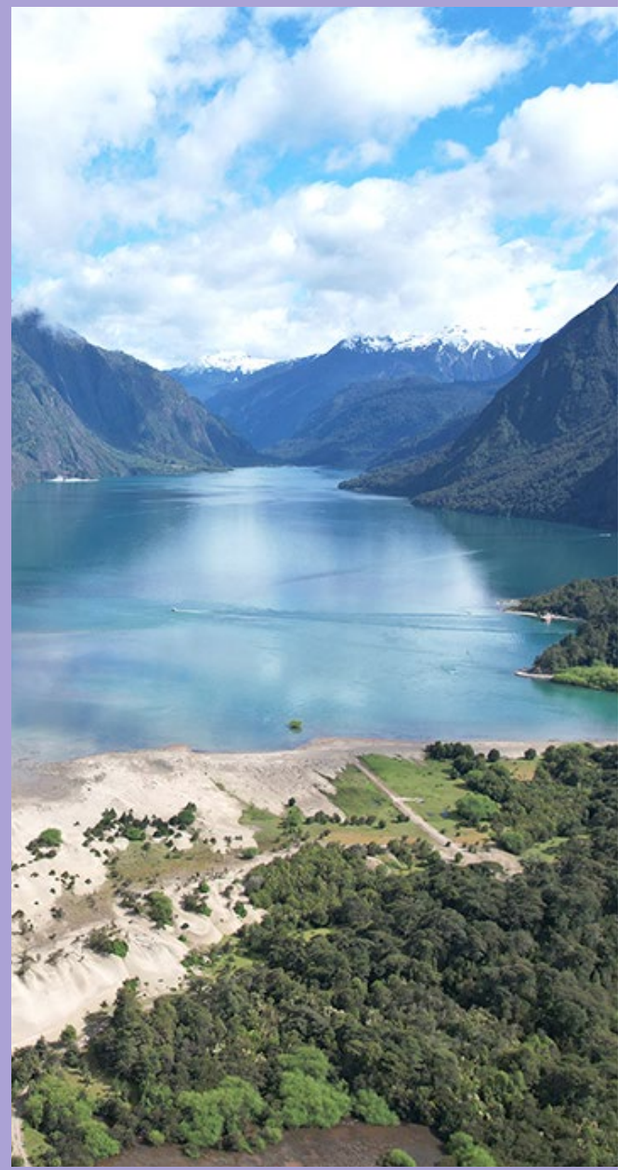


Foto: Tomás Gómez

Como acciones previstas, actualmente se está desarrollando en conjunto con MINVU, la propuesta de modificación de la OGUC para homologar disposiciones al reglamento sanitario e incorporar requisitos de gestión de residuos en permisos de edificación y recepción final. Además, se están desarrollando proyectos de competencias laborales coordinados con ChileValora y SENCE.

- **Estrategia de Economía Circular para Textiles**

Esta nueva medida es una estrategia, se encuentra en periodo de planificación y se espera que sea publicada el año 2025, con periodo de implementación 2025 - 2040.Tiene como propósito orientar acciones y articular esfuerzos para prevenir la generación de residuos, prolongando la vida útil de los textiles, fomentando la calidad, la reutilización y la valorización textil, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente; también fortalecer el desarrollo local del ecosistema textil y la innovación. Lo anterior acompañado por un marco regulatorio que aborde el diseño, la trazabilidad, la transparencia y los aportes que dicho sector hace en materia social, ambiental y económica.

Las acciones implementadas a la fecha son las siguientes: la consultoría para la elaboración de una propuesta de Estrategia de Economía Circular para Textiles en el año 2023, la conformación de un Comité Estratégico de Textiles para apoyar la elaboración de dicha propuesta, la realización de talleres macrozonales y sectoriales para el levantamiento de información como insumo para la propuesta y la aplicación de una encuesta ciudadana sobre consumo de textiles, hábitos de uso y cuidado, y disposición hacia la circularidad de los textiles.

Durante 2024 se aplicará la consulta ciudadana del anteproyecto de la Estrategia de Economía Circular para Textiles.

- **Ley N°21.368[59], regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas, y modifica los cuerpos legales que indica**

Ley en vigencia desde el año 2021, su objetivo es proteger el medio ambiente y disminuir la generación de residuos, mediante la limitación en la entrega de productos de un solo uso en establecimientos de expendio de alimentos, el fomento a la reutilización y la certificación de los plásticos de un solo uso y la regulación de las botellas plásticas desechables.

Para lo anterior, se prohíbe la entrega de productos de un solo uso de una lista taxativa y cualquiera sea su materialidad, para el consumo dentro de establecimientos de expendio de alimentos, mientras que para el consumo fuera de estos, permite la entrega de productos desechables de materiales valorizables distintos del plástico, o de plástico certificado. Junto con lo anterior, establece obligaciones sobre la retornabilidad de envases, exposición en vitrinas y contenido de material reciclado en las botellas plásticas comercializadas en Chile.

A la fecha se encuentran en vigencia la prohibición de entrega de productos de un solo uso de polietileno expandido y de bombillas, revolvedores, cubiertos (tenedor, cuchara y cuchillo) y palillos de plástico de un solo uso para el consumo dentro y fuera de establecimientos de expendio de alimentos, así como la obligación de ofrecer bebestibles en botella retornable por parte de comercializadores de bebestibles y a recibir de los consumidores estos envases.

Como acciones previstas se espera la dictación de Reglamento de la Ley 21.368 que regula los requisitos y procedimientos de certificación que señala la Ley, y el desarrollo de una campaña comunicacional durante el año 2024, para apoyar la implementación de la Ley.

[59] Ministerio del Medio Ambiente (2021).

La medida de mitigación implementada por la Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular se presenta en la Tabla 45.

Tabla 45. Medida de mitigación reportada por Oficina de Implementación Legislativa y Economía circular.

Nombre	Descripción	Estado	Periodo de implementación
Mitigación de Contaminantes Climáticos en el Sector de Residuos a través del Programa Chile- Canadá	El programa de colaboración entre Chile y Canadá desarrolló capacidades para apoyar la innovación en tecnologías limpias y reducir las emisiones de metano en los vertederos	Aplicada	2017-2022 (5 años)

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

División de Calidad del Aire

La División de Calidad del Aire del Ministerio del Medio Ambiente, es responsable de desarrollar e implementar políticas, planes y normativas que busquen la reducción de contaminantes atmosféricos locales, como el material particulado (MP), el dióxido de azufre (SO_2), el ozono troposférico (O_3) y otros contaminantes nocivos para la salud humana y los ecosistemas. Su quehacer se enfoca en la mejora continua de la calidad del aire, a través de la vigilancia y monitoreo de la contaminación, el control de emisiones, y el diseño y ejecución de planes de prevención y/o descontaminación.

Asimismo, las acciones de la División juegan un papel crucial en la mitigación del cambio climático, ya que muchos de los contaminantes que regula, como el material particulado fino ($MP_{2,5}$), actúan también como forzadores climáticos de vida corta. Entre ellos, el carbono negro, que es regulado indirectamente al controlar el $MP_{2,5}$. La reducción de estos contaminantes no solo mejora la calidad del aire local, sino que tiene un impacto global positivo, contribuyendo a los esfuerzos nacionales para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar en la transición socioecológica justa.

En este contexto, el Programa de Recambio de Calefactores, impulsado por la Sección de Calefacción Sustentable de la División de Calidad del Aire, fue iniciado en el año 2015 con el propósito de reducir las emisiones de contaminantes provenientes de la combustión residencial de leña, como el material particulado fino, el compuesto orgánico benceno y otros gases contaminantes. A través de este programa, los beneficiarios pueden acceder a calefactores más eficientes y tecnológicamente avanzados, siempre y cuando entreguen sus antiguos calefactores y/o cocinas, los cuales deben estar instalados en la vivienda. Esta iniciativa contribuye a mejorar la calidad del aire, mediante el retiro de equipos de menor tecnología y promoviendo el uso de tecnologías más limpias y eficientes en los hogares.

Foto: Bryan Contreras

El programa de recambio de calefactores es una medida de mitigación impulsada por la División de Calidad del Aire, la que se resume en la Tabla 46.

Tabla 46. Medida de mitigación reportada por la División de Calidad del Aire.

Nombre	Descripción	Estado	Periodo de implementación
Programa de recambio de calefactores	El Programa busca disminuir las emisiones de contaminantes producidos por la combustión de leña para calefacción, en las ciudades del centro y sur del país que cuentan con plan de descontaminación vigente. Para dar cumplimiento a esto, el Programa ejecuta el componente de recambio de artefactos a Leña, que se hace cargo de retirar los artefactos a leña con altas tasas de emisión de partículas y baja eficiencia en el uso de la energía, e instala nuevos sistemas de calefacción, menos contaminantes y más eficientes	Aprobada	2015 - a la fecha

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio del Medio Ambiente.

Unidad de Ozono de la División de Cambio Climático

La Unidad Ozono de la División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, se encarga de la implementación del Protocolo de Montreal, establecido para eliminar el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO). Este Protocolo ha sido objeto de varias enmiendas, la última de ellas es la Enmienda de Kigali, aprobada para reducir la producción y el consumo de los hidrofluorocarbonos (HFC), que se utilizan como sustitutos de las sustancias que agotan el ozono. Si bien los HFC no son sustancias que agotan el ozono, sí son poderosos gases de efecto invernadero con un alto potencial de calentamiento global (PCG).

Las principales áreas de aplicación de los HFC son refrigeración y aire acondicionado, agentes propelentes, agentes espumantes de poliuretano, solventes y agentes de extinción de fuego. Chile no fabrica estas sustancias, por lo que todas son importadas como sustancias puras o mezclas.

La Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal fue ratificada por Chile el 19 de septiembre de 2017, está formalizada en el D.S. 32/2018 del Ministerio de Relaciones Exteriores y entró en vigor el 1 de enero de 2019. Esta enmienda establece que el país debe elaborar la línea base de consumo de HFC, en los años 2020, 2021 y 2022. Una vez definida la línea base de consumo, se deberá iniciar el cumplimiento de las metas de congelamiento del consumo al nivel de la línea base, a partir del 1 de enero del 2024 y luego realizar reducciones del consumo, respecto del valor de la línea base, a partir de los años 2029 (10%), 2035 (30%), 2040 (50%) y 2045 (80%).

La Unidad Ozono ha implementado diversas medidas para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por Chile ante el Protocolo de Montreal, que a la vez son importantes acciones de mitigación. Como medidas habilitantes para la implementación de proyectos de reducción del uso de HFC:

1. Se realizaron inventarios para identificar los de usos de HFC, actualizando la información sobre uso de estas sustancias en sectores ya estudiados (hortofrutícola, pesquero, alimentos procesados) e incorporando nuevos sectores productivos tales como la industria láctea, carnes y vinos.
2. En seguimiento al permanente trabajo con el Servicio Nacional de Aduanas y con motivo de la Séptima Enmienda al Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías de la Organización Mundial de Aduanas, la Unidad Ozono propuso aperturas o modificaciones al Arancel Aduanero Nacional, con el propósito de incorporar códigos arancelarios asociados a las mercancías controladas por el Protocolo de Montreal, los cuales ya se encuentran en vigencia.
3. Se encuentra en trámites de promulgación el nuevo decreto que modifica el Decreto Supremo N°3 de 2019 y que establece las normas aplicables a las importaciones y ex-

portaciones de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y sus enmiendas; los volúmenes máximos de importación y los criterios para la distribución de estos volúmenes máximos de importación.

4. Se continuó con la asistencia técnica y apoyo financiero para reconvertir el sector productor de espuma de poliuretano para aislación térmica, eliminando el uso de HCFC-141b, siendo reemplazado por HFO de bajo potencial de calentamiento global.
5. Se continúa con la realización de cursos de capacitación de personas técnicas, en el manejo adecuado de los refrigerantes, aplicando las buenas prácticas de refrigeración, con base en la NCh3241:2017

En el ámbito de la eficiencia energética, se encuentra en desarrollo un proyecto de Promoción de Eficiencia energética en vitrinas refrigeradas y cámaras de frío, el cual se está llevando a cabo en conjunto con el Ministerio de Energía. Este proyecto propone la elaboración de estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS) para vitrinas refrigeradas y la aplicación de Directrices de Buenas Prácticas de manejo de cámaras de refrigeración.

Adicionalmente, la Unidad de Ozono implementó dos proyectos orientados a la conversión de sistemas de refrigeración basados en HCFC a refrigerantes con ultra bajo o nulo Potencial de Calentamiento Global (PCG). El objetivo es eliminar el uso de HCFC e introducir en el mercado alternativas con un PCG muy bajo.

El primer proyecto se ejecutó en el Hospital Luis Tisné y consistió en la reconversión de un sistema de climatización que utilizaba HCFC-22, reemplazándolo por un nuevo equipo con refrigerante R-1234ze (HFO), que tiene un menor Potencial de Calentamiento Global (PCG). Se estima que el sistema antiguo emitía 141.180 kg CO_2eq, mientras que el nuevo equipo equivale a 574 kg CO_2eq. Los 78 kilos de gas HCFC-22 fueron recuperados por el Centro de Regeneración REGENER y se mantienen en el mismo hospital para ser reutilizados en otros equipos que funcionan con HCFC-22.

El segundo proyecto consistió en la reconversión del sistema de refrigeración con HCFC-22 de la planta Marine Farm, procesadora de salmón fresco, por un nuevo sistema que funciona con NH_3. Los beneficios obtenidos incluyen menores costos operacionales y mayor eficiencia energética, con una nula contribución al cambio climático. Los 5.815 kg de HCFC-22 fueron recuperados por el Centro de Regeneración SOFRISUR (Puerto Varas) y se encuentran almacenados para ser reutilizados en otros sistemas de refrigeración.

Con respecto al ámbito de medidas de mitigación, la Unidad de Ozono de la División de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente, ha trabajado en la implementación de centros de regeneración de refrigerantes en las zonas norte, centro y sur de Chile. Esta medida se resume en la Tabla 47.

Foto: Bryan Contreras

Tabla 47. Medida de mitigación reportada por la Unidad de Ozono de la División de Cambio Climático.

Nombre	Descripción	Estado	Periodo de implementación
Cofinanciamiento para la implementación de centros de regeneración de refrigerantes en las zonas norte, centro y sur de Chile	Mediante llamado público se cofinancia la implementación de centros de regeneración de gases refrigerantes, en las zonas sur (Puerto Varas), centro (Casablanca) y norte (Andacollo)	Aplicada	2022 - 2023

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio del Medio Ambiente.

3.7.1.2 Corporación de Fomento de la Producción

La Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, es la agencia del Gobierno de Chile, de carácter multisectorial, cuya misión es promover la inversión, la innovación y el emprendimiento. Además, se enfoca en fortalecer el capital humano y el desarrollo tecnológico para mejorar la productividad del país y alcanzar posiciones de liderazgo mundial en materia de competitividad.

Dentro del Quinto Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CORFO reportó las siguientes acciones, las cuales se actualizan a continuación.

Como parte de su nueva política industrial, la cual se fundamenta en políticas orientadas por misión, CORFO continúa impulsando una serie de iniciativas para promover el despliegue de la industria del hidrógeno verde en Chile, dada la oportunidad que esto representa desde el punto de vista no solo productivo, sino también para el desarrollo de capacidades y la descarbonización de aquellos sectores con emisiones difíciles de abatir.

Dentro de las medidas reportadas, se destaca el llamado para proyectos de producción de hidrógeno verde a escala industrial realizado por CORFO el año 2021, mediante el cual se seleccionaron seis proyectos a lo largo de Chile. Hoy en día son cinco proyectos que tienen firmado un contrato con CORFO, los que suman en conjunto 366 MW en capacidad de electrólisis con una producción estimada de 42.780 toneladas de hidrógeno verde anuales. Específicamente, se estableció la entrega de un subsidio mediante un esquema de reembolso a aquellas iniciativas que estén en operación y/o comisionamiento en diciembre de 2025, lo que apalancaría más de 800 millones de dólares de inversión privada y permitiría reducir un poco menos de 600.000 toneladas de CO_2eq anuales. Adicionalmente, existen cinco proyectos de hidrógeno verde que se han adherido a la ley de I + D, lo que apunta a financiar las actividades de I + D propias de estos proyectos, facilitando así su cierre financiero y su potencial de implementación.

- **Programa Estratégico Transforma Construye 2025**

El **Programa Estratégico Transforma Construye 2025** actualizó su hoja de ruta fue actualizada en el año 2022, incluyendo como uno de sus Ejes Estratégicos la Sustentabilidad del sector. El objetivo primordial de este eje es "fomentar la construcción sustentable, a través del uso eficiente de recursos a lo largo de su ciclo de vida, con el fin de mejorar el bienestar de las personas y reducir residuos y emisiones".

Este programa impulsa y participa activamente en la ejecución de la Hoja de Ruta RCD (una iniciativa multisectorial que busca fomentar y promover la gestión sustentable de los residuos, bajo el enfoque de Economía Circular) y la Estrategia de Economía Circular en Construcción. Gracias a estas acciones, se ha logrado avanzar en la creación de condiciones que facilitan el cumplimiento de las metas del sector. Entre estas condiciones se destacan la implementación de infraestructura física y tecnológica, como centros tecnológicos para la realización de pruebas piloto y prototipos de soluciones tecnológicas.

Asimismo, se ha avanzado en la elaboración de normas técnicas y regulaciones pertinentes, como el Reglamento Sanitario de Gestión de RCD que se encuentra en proceso de desarrollo. En el ámbito de los modelos de negocio innovadores, se han llevado a cabo iniciativas como la convocatoria de Retos de Innovación en Economía Circular en Construcción, que ha permitido el desarrollo de siete proyectos relacionados con materiales sustentables, plataformas tecnológicas y sistemas constructivos innovadores y sostenibles.

Además, en el marco de la Economía Circular en Construcción, se han establecido Acuerdos de Producción Limpia que contribuyen a promover la gestión de RCD en cuatro regiones del país, fortaleciendo así el compromiso con la sustentabilidad y la reducción de impactos ambientales en el sector de la construcción.

Por otra parte, y sumado a los esfuerzos anteriores, en los últimos dos años CORFO ha adjudicado más de 600 proyectos relacionados tanto con la mitigación, como con la adaptación al cambio climático y proyectos integrados. Destacan especialmente dos **aceleradoras de proyectos** centrados en la descarbonización justa, una **institución intermediaria** que ha respaldado al menos a siete emprendimientos asociados a este tema y más de **10 retos de innovación** en regiones como Coquimbo, Valparaíso y la región Metropolitana. Estos retos buscan impulsar el desarrollo de soluciones tecnológicas que aborden la escasez de agua en áreas afectadas por estrés hídrico.

- **Proyectos de Hidrógeno Verde**

En relación con proyectos de **Hidrógeno Verde (H2V)**, el año 2022 se crea el Comité para la industria del Hidrógeno verde en Chile, lo que marca un hito sobre el interés para acelerar el desarrollo de esta industria, CORFO y sus Comités llevan impulsando el desarrollo de esta industria desde hace casi una década, ya sea a través de estudios, plataformas de gobernanza, iniciativas de formación y/o diversos mecanismos de financiamiento para habilitar y promover proyectos en toda la cadena de valor del H2V y de sus derivados. Específicamente, CORFO ha adjudicado más de 70 millones de dólares entre los años 2018 y 2023 en proyectos de esta índole en diversas regiones del país.

Desde el punto de vista de la demanda destacan los programas de consorcios tecnológicos para el uso del hidrógeno verde en Chile, los que cuentan con dos versiones realizadas a la fecha.

Al respecto, se incluye como medida a reportar la segunda convocatoria realizada el 2023, la cual adjudicó cinco proyectos con un componente de desarrollo tecnológico a abordarse durante los próximos cinco años para promover el uso del hidrógeno verde y sus derivados en Chile con una inversión pública de 14 millones de dólares. Esta iniciativa, al igual que la anterior, encamina al país para el logro de sus metas de descarbonización comprometidas por Chile en el marco del Acuerdo de Paris contenidas en su Contribución Determinada a Nivel Nacional[60], dado que persigue la adopción del hidrógeno como vector energético o como materia prima industrial en la matriz productiva de Chile.

Se destacan además los **Programas Transforma con foco en hidrógeno verde** en la región de Magallanes y recientemente en la región de Bío-Bío, en el año 2023, los que operan como plataformas de articulación de diversos actores para la identificación y cierre de brechas transversales al desarrollo de esta industria, cuyo primer hito corresponde a la construcción de una hoja de ruta regional.

En la Figura 32, se muestra los indicadores asociados a productos y servicios de los Programas adjudicados el 2023.

Por otra parte, el Comité para la industria del H2V, liderado por el Ministerio de Energía y en coordinación con los otros Ministerios que lo componen, ha promovido este último año importantes medidas y políticas públicas para el desarrollo de esta industria acorde a los requerimientos y particularidades del territorio.

- **Plan Sectorial de Mitigación del Sector Residuos**

Por último, el año 2024 CORFO ha participado como autoridad coadyuvante del Ministerio de Salud para la elaboración del **Plan Sectorial de Mitigación del Sector Residuos** para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

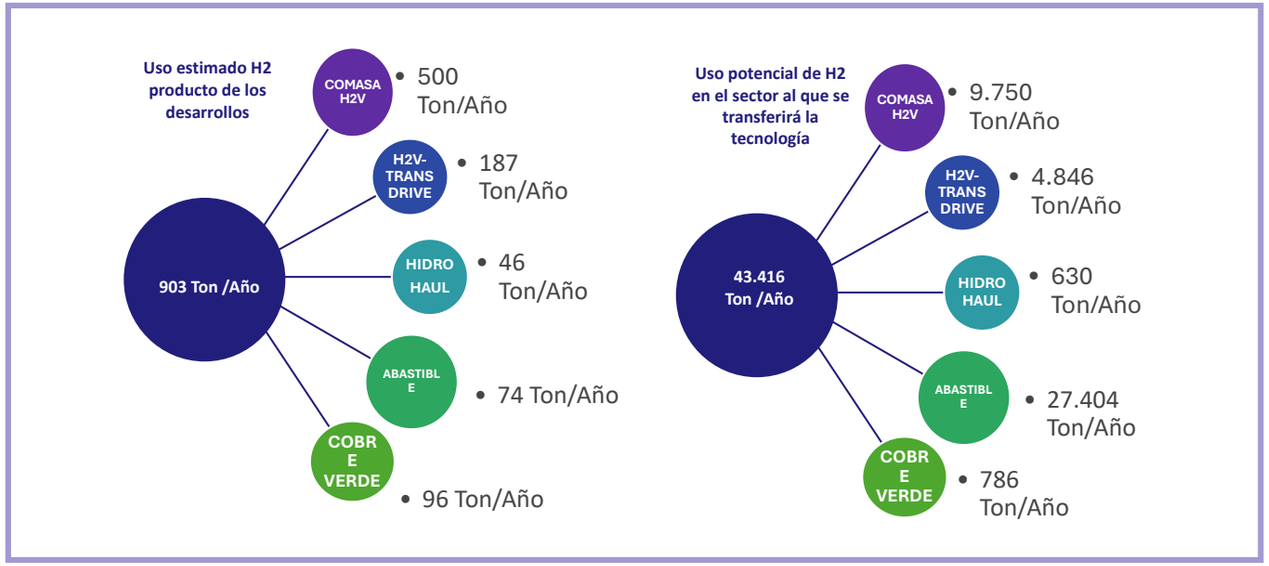


Figura 32. Programas adjudicados el 2023.
Fuente: CORFO.

Consulte el Capítulo 6 para obtener más detalles sobre los programas de CORFO.

3.7.1.3 Ministerio de Desarrollo Social y Familia

La División de Evaluación Social e Inversiones (DESI) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) está encargada de normar el proceso de inversión pública en Chile a través metodologías, normas y procedimientos que orientan la formulación, ejecución y evaluación de las Iniciativas de Inversión (IDI) que postulan a fondos públicos.

El principal marco legal que respalda la operación del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) y su relación con el cambio climático, corresponde a la Ley 20.530[61] que crea el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Artículo 1º, la cual indica que corresponderá también a este Ministerio evaluar las iniciativas de inversión que solicitan financiamiento del Estado, para determinar su rentabilidad social y velar por la eficacia y eficiencia del uso de los fondos públicos, así como por la disminución de los efectos adversos del cambio climático. De esta manera, podrán responder a las estrategias y políticas de crecimiento, desarrollo económico y social que se determinen para el país.

[60] Gobierno de Chile (2020) y Ministerio del Medio Ambiente (2022b)

[61] Ministerio de Planificación (2011)

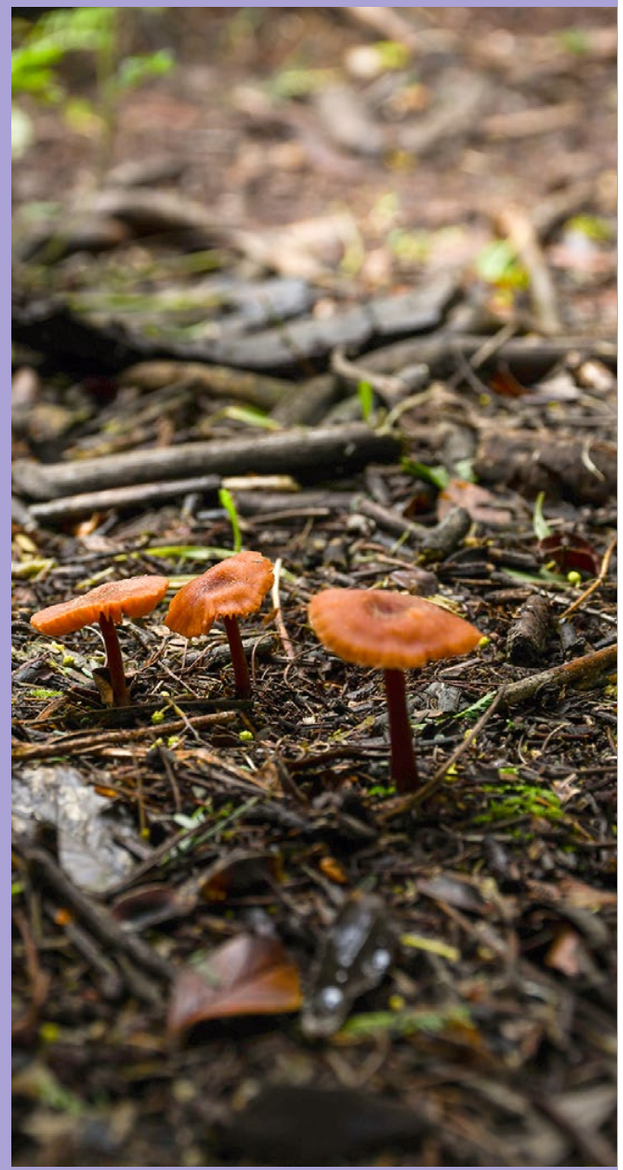


Foto: Daniela Madrazo

El MDSF administra dos subsistemas del proceso de inversión pública del SNI, el Subsistema de Evaluación Ex Ante y el Subsistema de Evaluación Ex Post. El Subsistema de Evaluación Ex Ante está encargado de establecer las normas, instrucciones y procedimientos para que instituciones públicas desarrollen iniciativas de inversión convenientes para el país y con ello, generar las condiciones para asignar recursos para su ejecución. Por otra parte, el Subsistema de Evaluación Ex Post está a cargo del análisis a nivel de producto, una vez que el proyecto termina la ejecución o entra en operación, para medir el grado de cumplimiento de la eficacia y eficiencia del uso de los recursos de inversión pública. Estos resultados permiten orientar las acciones para mejorar la evaluación ex ante, aportar a las metodologías y aumentar la eficiencia del propio SNI.

Considerando la orgánica del MDSF, en el 5IBA reportó medidas relacionadas con una estimación de externalidades por emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una actualización del precio social del carbono. Asimismo, se incorpora un apartado relacionado con avances en el precio social del agua.

A continuación, se presenta la estimación de externalidades por emisiones de GEI, en la sección 3.7.5.6 se presentará la información relativa al precio social del carbono y del agua.

- **Instructivo de Estimación de Externalidades por Emisiones de Gases de Efecto Invernadero**

Este instructivo entregará lineamientos metodológicos para la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública que ingresan al Sistema Nacional de Inversiones. Su propósito es incorporar la estimación de externalidades por emisiones de GEI para distintos tipos de proyectos de inversión pública. Actualmente MDSF cuenta con un instructivo metodológico para la incorporación de emisión de contaminantes en la evaluación social de proyectos, en específico para el transporte vial urbano y MDSF se encuentra trabajando en el instructivo mencionado de estimación de externalidades, del cual se tendrían resultados el segundo semestre de 2024.

3.7.1.4 Ministerio de Bienes Nacionales

El Ministerio de Bienes Nacionales (MBN) es el encargado de adquirir, administrar y disponer los bienes fiscales, teniendo un control superior sobre los bienes nacionales de uso público (art. 1º, D.L. 1939/1977). A nivel institucional, respecto del cambio climático, el Ministerio posee un punto focal para la coordinación con el ETICC, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático y la Mesa de Género y Cambio Climático.

- **Territorio fiscal para energías renovables**

Respecto de las políticas de mitigación, el MBN dispone para ello de territorio fiscal para el desarrollo de las energías renovables. Es una medida que permite colaborar con el Ministerio de Energía en el desarrollo de la generación de energía con tecnologías renovables.

Como contexto, cabe señalar que el 54% de la superficie nacional corresponde a territorio fiscal. La mayoría se concentra en las zonas extremas del país, contexto en el que el MBN ofrece territorio fiscal para generar energías renovables. El territorio se ofrece mediante licitaciones públicas y concesiones directas a empresas que desarrollan estos proyectos. De hecho, al menos un 40% de los MW instalados por proyectos en funcionamiento de las tecnologías solar fotovoltaica y eólica se producen en suelo fiscal. En este contexto, el territorio fiscal deviene en un factor habilitante fundamental para la concreción de la descarbonización de la matriz energética. El beneficio de la iniciativa afecta positivamente a las cadenas de valor local (empleo), inversión regional, desarrollo regional, financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) (65% del valor de las concesiones y ventas MBN nutre dicho fondo).

- **Plan Nacional de Fomento a la Producción de Hidrógeno Verde en Territorio Fiscal**

"Ventana al Futuro" comenzó a fines de 2021, con el fin de promocionar la industria del Hidrógeno Verde (H2V) y sus derivados en propiedad fiscal. Como medida de mitigación, afecta los niveles de actividad de los GEI al permitir el futuro reemplazo de los combustibles fósiles, una vez que comience la producción de H2V y se masifique su uso, de acuerdo con la propuesta de la Política Nacional Energética 2050 y la Estrategia de Hidrógeno aprobada.

Esta iniciativa es fruto de un convenio entre el Ministerio de Bienes Nacionales y el Ministerio de Energía, buscando impulsar esta tecnología en una etapa temprana. Las plantas solicitadas debían disponer como mínimo 20 MW de capacidad en electrolizadores. Las concesiones onerosas serán entregadas a 40 años plazo y contemplan la generación de energía, producción de H2V y sus derivados, así como las servidumbres necesarias para su operación. Según lo informado, la construcción de las plantas deberá comenzar a más tardar en 2025. Para el año 2030 tienen que estar operando, al menos, 20 MW de capacidad de electrolizadores. El beneficio de la iniciativa afecta además positivamente a las cadenas de valor local (empleo), inversión regional, desarrollo regional, con financiamiento del FNDR (el 65% del valor de las concesiones y ventas MBN se nutre de dicho fondo).

A la fecha, el proceso se encuentra cerrado para la recepción de nuevas solicitudes, estando en análisis de este Ministerio las 33 iniciativas recibidas.

- **Plan Nacional para impulsar Sistemas de Almacenamiento de Energía en Terrenos Fiscales**

En abril de 2023, el Ministerio de Energía lanzó la "Agenda Inicial para un Segundo Tiempo de la Transición Energética". Dentro de las medidas propuestas se encuentra el eje de acción "Promoción del Almacenamiento", que incluye la asignación de terrenos fiscales para el desarrollo de proyectos de almacenamiento de energía. Para cumplir este objetivo, el Ministerio de Bienes Nacionales anunció la creación del "Plan Nacional Para Impulsar Proyectos de Sistemas de Almacenamiento en Terrenos Fiscales", que consiste en realizar un proceso excepcional para que los interesados en el desarrollo de proyectos de sistemas de almacenamiento de energía puedan postular a concesiones onerosas vía directa, sobre terrenos fiscales que se encuentren disponibles en las regiones del Norte Grande del país.

El incentivo al almacenamiento permitiría aportar a la mitigación de los impactos del cambio climático, ya que habilitará un aprovechamiento más eficiente de las energías renovables. Este aprovechamiento permitirá una reducción de los vertimientos de energía, una reducción en la variabilidad en la generación y permitirá la captura de excedentes de energía en momentos de alta producción. Como consecuencia, se aprovecharán las fuentes de energías renovables cuando normalmente la generación habría estado dominada por fuentes no renovables, reduciendo así la emisión de GEI.

Se espera que el Plan Nacional para impulsar Sistemas de Almacenamiento de Energía en Terrenos Fiscales comience su implementación durante 2024.

3.7.1.5 Ministerio de Defensa

El Comité de Medio Ambiente y Cambio Climático de la Defensa Nacional fue creado en 2020 como organismo asesor del Ministerio de Defensa Nacional, en todas aquellas materias relacionadas al desarrollo sustentable y medioambiental en el marco de la Ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que tenga relación con el sector Defensa[62].

Asimismo, se establecieron responsabilidades que sean de competencia del Ministerio o que sus organismos dependientes han desarrollado, como se señala en la Ley N°20.424[63], Estatuto Orgánico del Ministerio de Defensa Nacional, donde define el rol medioambiental de la Defensa a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas.

El Comité es presidido por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas e integrado por la Subsecretaría de Defensa, Estado Mayor Conjunto, Ejército, Armada y Fuerza Aérea de Chile. A la fecha, el comité está compuesto por civiles y militares, donde participa al menos un representante por cada institución.

Es una instancia formal que permite a la autoridad convocar, requerir, dirigir y disponer todas las materias y actividades que tengan relación con materias medioambientales y climáticas, de acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 y la reciente Ley N°21.455 Marco de Cambio Climático, sumado a las disposiciones y ejes prioritarios del Gobierno.

Durante el 2023, el trabajo del comité se centró en fortalecer la agenda de trabajo transversal de las instituciones de la Defensa Nacional en materia de cambio climático, mediante el desarrollo y fortalecimiento de capacidades para enfrentar los desafíos medioambientales relacionados con las acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, que se deben llevar a cabo para disminuir riesgos que tengan incidencia en la planificación del sector.

A continuación, se presentan los esfuerzos específicos de cada institución: Ejército, Armada y Fuerza Aérea de Chile, en su compromiso por mitigar el cambio climático, adoptando prácticas sostenibles frente a los desafíos ambientales en el país.

[62] Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (2020).

[63] Ministerio de Defensa Nacional, 2010.

Ejército de Chile

El Ejército de Chile ha implementado una serie de esfuerzos y medidas en materia de cambio climático con el objetivo de contribuir a la mitigación. Entre sus principales acciones destacan las siguientes:

a. Eficiencia Energética

Desarrollo de energías renovables (2016 - actualidad). A través del convenio colaborativo con el Ministerio de Energía, se han implementado sistemas fotovoltaicos en unidades militares, a fin de generar energía propia, disminuyendo la demanda del Sistema Eléctrico Nacional y, por ende, aportando a la disminución de las emisiones generadas por producción y distribución de energía eléctrica. La iniciativa contribuye a la reducción de emisiones atmosféricas de aproximadamente 426.760 tCO_2eq.

A continuación, se detalla un resumen del proyecto y su contribución a la mitigación del cambio climático y reducción de gases de efecto invernadero.

Tabla 48. Capacidad instalada y reducción de emisiones de GEI de proyectos de sistemas fotovoltaicos en unidades del ejército.

Unidad	Capacidad [kWp]	Estado [m^2]	Reducción de GEI [tCO_2eq/año]
R.N°23 "Copiapó"	30	500	18
3ra. BRIACO "La Concepción"	100	1.700	131
BRIMOT N°1 "Calama"	10	1.700	161
Edificio Bicentenario	50	700	31
ESCMÑA	25	301	12
1ra BRIACO "Coraceros"	100	520	161

Fuente: elaboración propia, Ejército de Chile.

También se han ejecutado instancias de formación en materias de eficiencia energética, capacitando al personal de la Institución en gestión de la energía, monitoreo y estrategias de eficiencia. Estas comprenden una medida educativa para la formación de personal capacitado en formas de mitigación del cambio climático, a través de la propuesta de medidas y monitoreo de la energía. A la fecha, se ha capacitado a la gran mayoría de las unidades militares a nivel nacional.

Se ha desarrollado un Plan de Eficiencia Energética, con el apoyo técnico de la División de Energías Sostenibles del Ministerio de Energía, para la implementación de una hoja de ruta clara para la Institución, a fin de ejecutar medidas de eficiencia energética de manera estandarizada, medible y gradualmente.

Actualmente, se encuentra en etapa de levantamiento de información, el Diagnóstico Energético Institucional para todas las unidades militares, a fin de poder conocer su comportamiento y necesidades energéticas, para elaborar un plan real y adaptado a la realidad institucional y de sus unidades.

b. Gestión de huella de carbono y otros GEI

El Ejército de Chile, realiza un control y seguimiento al cumplimiento de las Normativas Primarias de Calidad de Aire, en aquellas instalaciones que tengan fuentes fijas, como grupos electrógenos, calderas y otros equipos y **fuentes móviles** que emitan GEI.

También, la medición de la Huella de Carbono en el Edificio Ejército Bicentenario (años 2017 y 2018) y Base Antártica (año 2020), en coordinación con el Programa Huella Chile, del Ministerio de Medio Ambiente, la que proporciona una herramienta de cálculo de emisiones GEI.

Por otra parte, se ejecutan instancias y proyectos de forestación en distintas unidades institucionales, realizando medidas de monitoreo y control de flora presente en predios militares, aportando a la absorción de emisiones de CO_2, cooperando a la mitigación del cambio climático.

c. Programa de forestación institucional

Desde 2016, la Institución tiene un convenio con la Corporación Nacional Forestal (CONAF) con el fin de fomentar distintas áreas de manejo de los Recursos Naturales del Ejército, dentro de los que destaca el manejo forestal, forestación de las Unidades y Regimientos a nivel nacional y el ordenamiento territorial con predios colindantes a Áreas Silvestres Protegidas (ASP), entre otros. A la fecha, se han plantado más de 21.288 árboles.

Fuerza aérea

La Fuerza Aérea de Chile, alineada con los principios del Acuerdo de París, ha implementado un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) con el objetivo de mantener un entorno libre de contaminación, preservar la naturaleza y cumplir con las normativas medioambientales vigentes. Desde la adopción de su Política Ambiental Institucional, se han establecido medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la eficiencia en el uso de recursos naturales. Asegurando un seguimiento continuo y preciso de estas medidas, desarrollando herramientas tecnológicas avanzadas e implementando sistemas de monitoreo ambiental.

Actualmente, la política ambiental está siendo revisada para actualizarse y adoptar un enfoque más claro y accesible. Los principios clave de la política incluyen la preservación del medio ambiente mediante la identificación y control de actividades con potencial impacto negativo, la reducción del impacto ambiental

a través de una gestión eficiente de residuos y recursos naturales, y el cumplimiento riguroso de las regulaciones nacionales e internacionales.

La Fuerza Aérea de Chile también utiliza la plataforma Sistema de Gestión Ambiental (SIGMA), diseñada para registrar y monitorear los consumos de agua, electricidad y gas en la institución. Este sistema facilita la toma de decisiones informadas y permite un control exhaustivo de los consumos, dirigiendo los esfuerzos hacia las unidades que más lo necesitan. Además, SIGMA apoya la implementación de medidas para reducir el consumo y minimizar el impacto ambiental, contribuyendo a una gestión más sostenible, como se ejemplifica con la sustitución de luminarias por equipos LED.

La institución ha promovido el uso de simuladores de vuelo para reducir el consumo de combustible y minimizar el impacto ambiental, mientras asegura que el personal mantenga un alto nivel de capacitación.

En el ámbito de la Antártica, la División Antártica de la Fuerza Aérea de Chile actúa como un órgano asesor y normativo superior en el quehacer antártico institucional a nivel del Estado Mayor General. Además, representa a la Fuerza Aérea ante organizaciones gubernamentales y otros operadores antárticos nacionales e internacionales, en conformidad con su rol como Operador Antártico del Estado de Chile.

En el contexto antártico, la División Antártica de la Fuerza Aérea de Chile cumple una función fundamental como órgano asesor y normativo principal en las actividades relacionadas con la Antártica dentro de la institución. Además, actúa como representante de la Fuerza Aérea ante organizaciones gubernamentales y operadores antárticos, tanto a nivel nacional como internacional. Este papel subraya el compromiso de la Fuerza Aérea con la protección del medio ambiente en la región antártica, un ecosistema crítico y extremadamente sensible para la salud del planeta.

Aunque la protección de áreas naturales no es parte de la misión principal de la Fuerza Aérea de Chile, la institución gestiona el Santuario Natural "Bosque Las Petras". En este santuario se han llevado a cabo diversas iniciativas para preservar y cuidar el área, demostrando un firme compromiso con la protección del medio ambiente y la conservación de su biodiversidad.

Armada de Chile

La Armada de Chile, consciente de la crisis climática y los convenios internacionales ratificados por Chile en la materia, cuenta con una "Política de Cambio Climático" desde el año 2018 y un "Plan de Acción de Cambio Climático" para el periodo 2022-2025.

El citado Plan de Acción contempla la adopción de medidas concretas de adaptación y mitigación al cambio climático a lo largo de toda la Institución, entre las que destacan medidas de eficiencia energética e hídrica.

A continuación, se detallan proyectos de la Armada de Chile que contemplan medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables no convencionales (ERNC), con miras a reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

a. Proyecto "Uso Energías Renovables y Eficiencia Energética en Zonas Aisladas"

Desde que el Estado de Chile asumió el compromiso de disminuir los impactos del cambio climático, la Armada de Chile decidió sumarse a este desafío e implementar sistemas más eficientes para la generación de energía en reparticiones que se encuentran en lugares aislados de nuestro país.

El proyecto se inició a principios del año 2019 y actualmente la Institución cuenta con 16 reparticiones (10 puestos de vigilancia costera, 5 faros y 1 radio estación) en las que se han implementado este tipo de sistemas.

Se consideró el diseño de un sistema de almacenamiento y administración de energía, con la finalidad de disminuir las horas de operación y consumo de petróleo de grupos electrógenos en dichas reparticiones, que por su aislamiento se encuentran desconectadas del Sistema Eléctrico Nacional. El resultado es el aumento en la eficiencia del uso de recursos y medios navales, así como también, la disminución de las emisiones de GEI generadas. Posteriormente, con la meta de lograr la "carbono neutralidad" en dichas dependencias, mediante la incorporación de distintos tipos de ERNC, tales como energía solar, eólica o hidrogeneración, se logró aumentar la autonomía de los sistemas, alcanzando a un rango entre el 75% y 95%.

b. Proyecto Fotovoltaico Estación Naval Metropolitana, Santiago

Este proyecto se ejecutó el año 2023 y contempló la instalación de paneles fotovoltaicos bajo el modelo "ESCO" (Energy Service Company), iniciativa público-privada, en la Estación Naval Metropolitana, con una superficie de 3.462,8 m^2, el que cuenta con una capacidad de 237,6 kWp, con una consecuente reducción de 160 tCO_2eq/año.

c. Proyecto Piloto "Base Naval Arturo Prat Net Zero", Antártica Chilena

El proyecto piloto se concretó el año 2024, contemplando cambiar la matriz energética basada en petróleo por ERNC, reduciendo de esta forma la emisión de GEI del Refugio "González Pacheco" de la "Base Naval Arturo Prat".

Lo anterior, se ejecutó en conjunto con las empresas "ANDESVOLT" y "SAESA", dotando al Refugio de la Base Prat de un sistema inteligente de almacenamiento de energía, capaz de reducir el consumo de los generadores en base a petróleo en un 50%. El techo del refugio de 169 m^2 fue cubierto por paneles solares, implementándose además un aerogenerador vertical, siendo la energía resultante almacenada en baterías de litio.

d. Centro de Aseguramiento Energético H2V

A través del Programa denominado "Desarrollo Productivo Sostenible" (DPS), iniciativa interministerial del Gobierno de Chile, se firmó un Convenio entre la Subsecretaría de Energía y la Armada de Chile para la transferencia de recursos con el objetivo de promover la descarbonización energética en el transporte marítimo.

El nombre oficial de este proyecto es "Centro de Desarrollo Tecnológico y Coordinación Interinstitucional de Hidrógeno Renovable para la Industria Marítima" y su objetivo es constituirse como un coordinador a nivel nacional de todas las iniciativas relativas a la industria del hidrógeno verde, derivados y combustibles sintéticos, particularmente en el transporte marítimo.

Cabe señalar, que el proyecto actualmente se encuentra en su etapa de "diagnóstico", contemplándose para el año 2025 la etapa de "generación de capacidades", finalizando con una etapa de "pilotaje" el año 2026.

Esta iniciativa fue incluida en el "Plan de Acción Hidrógeno Verde 2023-2030" del Gobierno como uno de los diez hitos destacados por su rol en la habilitación de la industria.

3.7.1.6 Esfuerzos intersectoriales que influyen en las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional

Trabajo de Chile bajo la Organización Marítima Internacional

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha venido trabajando desde hace más de una década para poder limitar o reducir las emisiones de gases de efectos invernadero (GEI) en el transporte marítimo internacional. En particular, el Comité de Protección del Medio Ambiente de la OMI (MEPC, por sus siglas en inglés) es la instancia en la que se aborda este tema.

Desde 2011 a la fecha, Chile ha sido un país activo en la toma de decisiones de la OMI adoptando la medidas y estrategias planteadas bajo la OMI, como la Estrategia para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte marítimo internacional, adoptada en la reunión del MEPC 80, la cual reemplazó la Estrategia Inicial acordada en 2018. Esta estrategia es un hito en la Organización, ya que establece objetivos para que el transporte marítimo internacional sea una industria de emisiones netas cero de gases efecto invernadero hacia 2050, contribuyendo así al combate al cambio climático.

Para poder avanzar en este objetivo, la Estrategia establece que se trabajará en dos elementos que entreguen los incentivos necesarios para la transición energética que se debe desarrollar. El primero es técnico; específicamente se trabajará una norma sobre combustibles para uso marítimo basada en objetivos que regule la reducción gradual de la intensidad en cuanto a GEI de los combustibles marinos, y el segundo es económico, sobre la base de un mecanismo marítimo de tarificación de las emisiones de GEI.

Para abordar todos los puntos clave en Chile en las negociaciones asociadas a la OMI, se constituyó la Mesa de Bunker Fuels - Transporte Marítimo a nivel nacional por mandato del Comité de Ministros de Cambio Climático en agosto de 2010, con el propósito de coordinar las posiciones nacionales en las negociaciones tanto en la OMI sobre reducción de gases de efecto invernadero, así como en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Respecto de lo anterior, Chile ha dado cumplimiento a los acuerdos de la Organización Marítima Internacional OMI, respecto de las emisiones de GEI. Es así como a partir del 1 de enero de 2020, el límite mundial del contenido de azufre del combustible de los buques se redujo al 0,5% (del 3,5% anterior) lo que implicó una reducción del 77% en las emisiones totales de óxido de azufre producidas por los buques. Respecto de las acciones, se aprobó la estrategia y Chile votó a favor de esta en la reunión OMI (en línea con la meta de carbono neutralidad a 2050).

Esta mesa considera instituciones del sector público, privado y academia, y es coordinada por el Departamento de Comercio y Desarrollo Sustentable de la Subsecretaria de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI). Entre sus integrantes se encuentra: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Ministerio del Medio Ambiente; Ministerio de Hacienda; Ministerio de Energía; Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR); División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Océanos del MINREL; Asociación Nacional de Armadores de Chile y Cámara Marítima Portuaria; y Universidad Austral de Chile.

Trabajo de Chile bajo la Organización de Aviación Civil Internacional

Las entidades que participan directamente en el Sistema Aeronáutico Nacional son el Ministerio de Defensa Nacional (a través de la Fuerza Aérea de Chile, la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas y la Dirección General de Aeronáutica Civil,

DGAC), el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (a través de la Junta de Aeronáutica Civil, JAC, y la Subsecretaría de Transportes) y el Ministerio de Obras Públicas (a través de la Dirección Nacional de Aeropuertos, DAP, la Coordinación de Concesiones de Obras Públicas, la Coordinación de Fiscalización de Obras Públicas y la Dirección de Planeamiento).

En relación con la sostenibilidad de la industria aérea, un actor principal es la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que corresponde al organismo especializado en aviación de las Naciones Unidas. La OACI ha contribuido a mitigar los efectos del cambio climático producidos por la aviación internacional promoviendo distintas iniciativas, como los planes de acción de sus países miembros, los que informan sobre las políticas, estrategias y acciones que estos han de aplicar para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la aviación comercial internacional.

Para enfrentar la crisis climática y alcanzar las metas de descarbonización a nivel global, se requiere de un proceso de transición energética que abarque todos los sectores productivos, siendo el transporte uno de los principales.

El desarrollo de la industria de la aviación ha experimentado un crecimiento considerable en las últimas décadas, producto del incremento de nuevas rutas y la necesidad de conectividad global, lo que ha implicado un aumento promedio anual de pasajeros de 5,4% en el mundo. Lo anterior ha generado un impacto no solo en el tráfico aéreo de pasajeros y carga, sino también en toda la cadena de valor que se vincula a sus operaciones. En Chile, al igual que otros países en vías de desarrollo, las tasas de crecimiento son aún más elevadas y tienen un potencial para mantenerse altas durante los próximos años.

Según proyecciones de la U.S. Energy Information Administration (EIA), se espera que el consumo de combustible para aviación aumente a un ritmo más rápido que cualquier otro combustible líquido para el transporte hacia 2050. Durante este tiempo, el uso mundial de combustible para aviones comerciales aumentará a más del doble, pasando de 391 mil millones de litros en 2018, a 874 mil millones de litros en 2050.

Actualmente, la aviación es responsable del 2% de las emisiones globales de GEI y del 2,5% de las emisiones de CO_2, proyectándose un incremento a medida que otros sectores se vayan descarbonizando. De acuerdo con las proyecciones (pre-pandemia) de la OACI, en un escenario sin acciones o *business as usual*, se prevé que las emisiones de CO_2 del sector aéreo internacional se tripliquen a 2050 comparado con 2015, por lo que la descarbonización se convierte en uno de los principales desafíos de la industria aérea hacia el futuro (Figura 33).

Para lograr la descarbonización, la OACI plantea una canasta de medidas sectoriales, las que corresponden a avances tecnológicos, mejoras operacionales y el desarrollo de combustibles sostenibles de aviación (SAF, por sus siglas en inglés). Además, establece medidas basadas en el mercado, como el Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA, por sus siglas en inglés).

Como país, consideramos que el trabajo mancomunado realizado en torno a la mitigación y adaptación, tanto local como internacionalmente, y muy especialmente los acuerdos alcanzados en el seno de la OACI referentes a los esfuerzos de reducción de emisiones de GEI para la aviación civil internacional, constituyen un paso significativo que une a los países en torno al desafío del Cambio Climático.

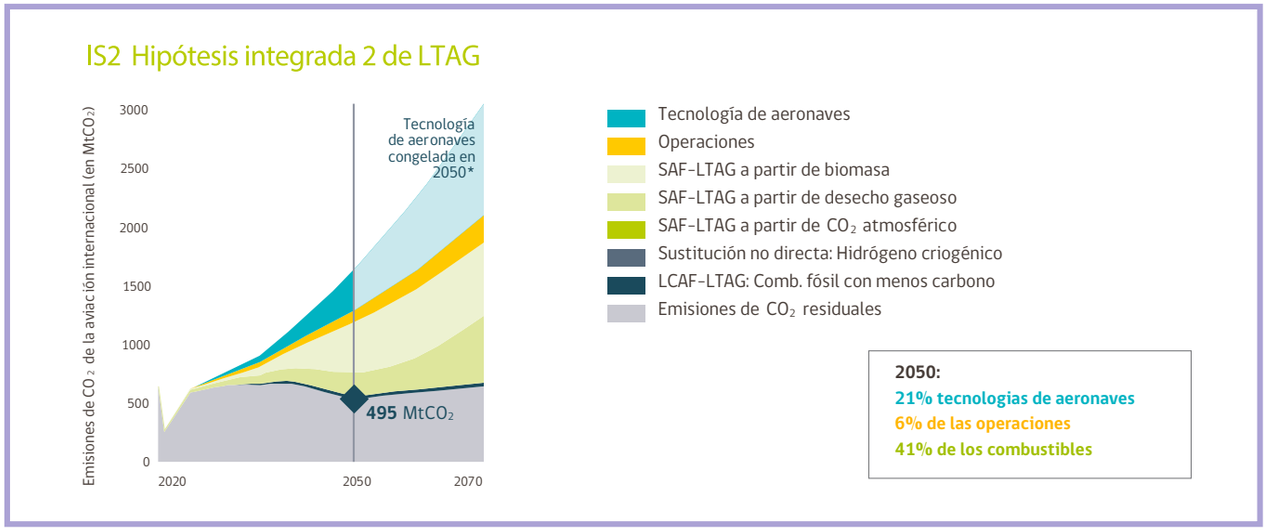


Figura 33. Canasta de medidas para la descarbonización de la aviación.
Fuente: Report on Feasibility of long-term Aspirational Goal, 2022.

Chile, durante el año 2002, presenta ante la OACI su primer plan de acción para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la aviación comercial, elaborado entre la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Defensa Nacional, la Junta de Aeronáutica Civil (JAC) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI) del Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Energía, y tuvo la participación del programa Vuelo Limpio. En este, se exponen los ámbitos donde el país realizará gestión de las emisiones en el sector aéreo, alineado con las metas de la OACI que tiene el transporte aéreo internacional.

Específicamente en lo relacionado a las medidas sectoriales y basadas en el mercado del plan de acción de Chile, se plantearon acciones en el diseño, la construcción de aeropuertos más sustentables, la gestión en el ámbito aeroportuario, y propuestas operacionales en la navegación aérea, además de investigación y desarrollo (I+D); se mostraron los avances en la implementación del CORSIA en Chile y las contribuciones que las aerolíneas domésticas han generado en sus operaciones para mitigar las emisiones de CO_2 y se presentó el programa Vuelo Limpio, como iniciativa que busca generar un ecosistema colaborativo con actores del rubro, tanto públicos como privados, para avanzar hacia la sostenibilidad energética del sector.

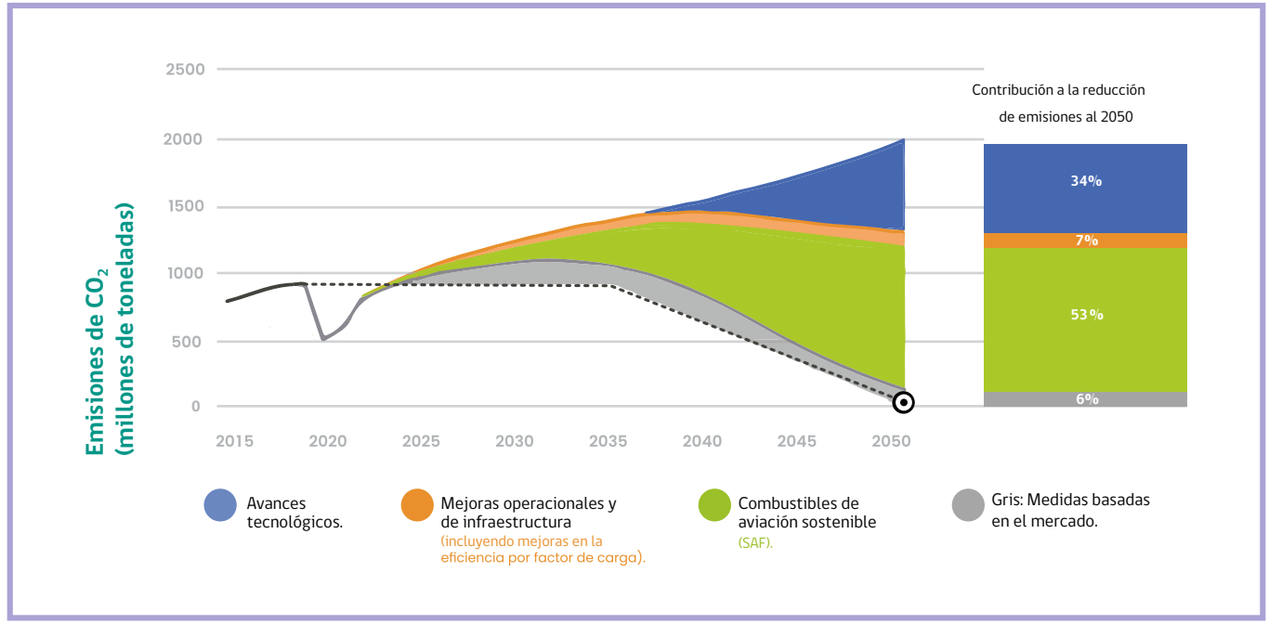


Figura 34. Camino hacia cero emisiones netas, escenario desde una perspectiva tecnológica ambiciosa y agresiva.
Fuente: Air Transport Action Group, 2021.

Foto: Micaela Jara Forray

- **Programa Vuelo Limpio**

El programa Vuelo Limpio contribuye en el plan de acción de Chile ante la OACI, mediante el levantamiento de una línea base de consumo de combustible y emisiones de transporte aéreo doméstico e internacional para las aerolíneas chilenas, la toma de decisiones efectiva e informada en términos de tecnologías y buenas prácticas para el ahorro de combustible, además del desarrollo de proyectos pilotos que apunten a la reducción del consumo de combustible y emisiones de GEI, sumado a la promoción del uso de combustibles de aviación sostenibles (SAF, por sus siglas en inglés).

Este plan de acción es el primer avance que Chile presenta internacionalmente, exponiendo los pasos a seguir en materia medioambiental del transporte aéreo. Vuelo Limpio se presenta como el primer programa chileno de asociación público-privada en levantar iniciativas para mejorar la eficiencia energética del sector aéreo.

La iniciativa es gestionada de manera colaborativa por la Junta Aeronáutica Civil (JAC) y la Agencia de Sostenibilidad Energética, siendo esta última la encargada de facilitar las herramientas y promover el desarrollo del plan piloto, a través del apoyo en la elaboración de planes de acción para las aerolíneas firmantes. En el año 2024, el programa Vuelo Limpio realizó la primera Certificación "Vuelo + Limpio", que corresponde a un reconocimiento a las aerolíneas por su compromiso con la descarbonización y por la entrega de información sobre consumo de combustible. Esta información sirve de línea de base de las emisiones del transporte aéreo, siendo utilizada para calcular mejoras en los indicadores de eficiencia energética. Adicionalmente, está pensada para ser utilizada para la toma de decisiones. Para el siguiente año, la certificación será entregada a las aerolíneas que implementen una guía de mejores prácticas para reducir las emisiones.

Según la Comisión Europea, la aviación es uno de los diez principales emisores de gases de efecto invernadero. Solo la aviación comercial es responsable de aproximadamente el 2% de las emisiones de CO_2 a nivel global y del 12% de las emisiones atribuidas al sector transporte. Y a pesar de su baja participación en las emisiones globales, es una de las más difíciles de descarbonizar.

La industria ha levantado una serie de iniciativas para reducir sus emisiones, entre las que se encuentran la renovación en su flota y técnicas para la reducción de consumo de combustible. Sin embargo, a pesar de la crisis del transporte aéreo durante la pandemia, su demanda continuará creciendo, sobrepasando los niveles pre-pandemia, con lo que seguirá incrementándose su impacto en el calentamiento global.

En este sentido, la OACI ha liderado la sostenibilidad de la aviación en el mundo y recientemente se estableció el compromiso del transporte aéreo mundial de ser carbono neutral hacia al año 2050. Para lograr esto, los combustibles de aviación cumplen un rol preponderante, pues podrían contribuir por sobre el 50% en la meta de descarbonización de la industria a 2050, siendo la opción de mayor impacto para reducir las emisiones en el corto plazo.

Los SAF son combustibles cuya materia prima es renovable o de residuos orgánicos y cumplen con los criterios de sostenibilidad del Anexo 16 Volumen IV de la Convención de Chicago. A diferencia del Jet Fuel convencional, los SAF son producidos mediante distintas materias primas, tales como biomasa, residuos (desde aceites reciclados utilizados hasta el dióxido de carbono residual) e incluso hidrógeno verde, y tienen la cualidad de generar una menor huella de carbono en todo el ciclo de vida del combustible; es decir, desde la extracción bruta de la materia prima hasta su uso en los aviones.

Los SAF se incorporan dentro de la categoría de combustible drop-in o de sustitución directa, lo que quiere decir que tiene las mismas características que el jet fuel convencional para lograr una sustitución directa y así poder utilizarlo en los aviones actuales, sin necesidad de cambios estructurales en la ingeniería vigente.

Foto: Tomás Gómez

Foto: Arturo Espinosa

- **Mesa SAF**

Chile, al ser parte de estos acuerdos para la descarbonización de la aviación, se planteó el desafío de promover el desarrollo y uso de SAF en el país. De esta forma, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y el Ministerio de Energía, junto con la Agencia de Sostenibilidad Energética, a través del programa Vuelo Limpio, y con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), levantaron una mesa de trabajo público-privada denominada Mesa SAF. Su propósito fue recopilar antecedentes de los actores relacionados con la industria de combustibles, aviación y residuos, que tendrían una participación en la futura cadena de valor de los SAF, para la elaboración de la Hoja de Ruta de SAF en Chile. Su lanzamiento marcó un hito como una de las primeras en Latinoamérica. En relación con el Uso de Combustibles Sostenibles, en la Hoja de Ruta de SAF se establece un objetivo ambicioso para que al año 2050 los SAF representen el 50% del uso de combustibles utilizados en la aviación nacional e internacional de Chile.

Con más de 25 expositores, la mesa permitió evidenciar las necesidades, barreras, brechas y desafíos que existen de impulsar la industria productiva de los SAF en Chile y permitir a las aerolíneas domésticas demandar estos combustibles contribuyendo a la descarbonización de sus operaciones.

En la Figura 35, se indican todas las organizaciones que han presentado o asistido a cada una de las sesiones.

Figura 35. Organizaciones participantes de las sesiones.
Fuente: Hoja de Ruta SAF 2050, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

- **Hoja de Ruta SAF**

La Hoja de Ruta de SAF 2050 presenta también las primeras acciones para iniciar la implementación. Al respecto, durante 2024 se espera realizar el primer estudio de factibilidad de producción de SAF, cuya adjudicación fue realizada gracias al programa de la OACI denominado ACT-SAF, mediante el financiamiento de Países Bajos. Además de ello, se avanzará en aspectos regulatorios y otras líneas de acción que permitirán generar las condiciones habilitantes para el desarrollo de la producción de SAF en Chile.

Esta hoja de ruta establece una meta de uso de SAF a 2050, identificando los lineamientos y sus acciones para lograr este "deSAFío".

En la Figura 36, se muestran aquellos hitos que se posicionan como relevantes en la implementación de esta hoja de ruta:

Adicionalmente, en Chile también se está trabajando en las mejoras operacionales y de infraestructura, a través de una mesa denominada Vuelo Verde que es presidida por la DGAC y en la que participa el sector público, las aerolíneas, concesionarios de aeropuertos y gremios de aerolíneas. A la fecha se han implementado mejoras que disminuyen los tiempos de vuelo y por consiguiente el consumo de combustible y se está en proceso de cuantificar los resultados obtenidos en términos de reducción de emisiones. Adicionalmente, en términos de infraestructura, se está construyendo una nueva pista de rodaje en el aeropuerto Arturo Merino Benítez, que permitirá reducir las distancias de taxeo recorridas por las aeronaves y con ello los tiempos de uso de los motores en tierra.

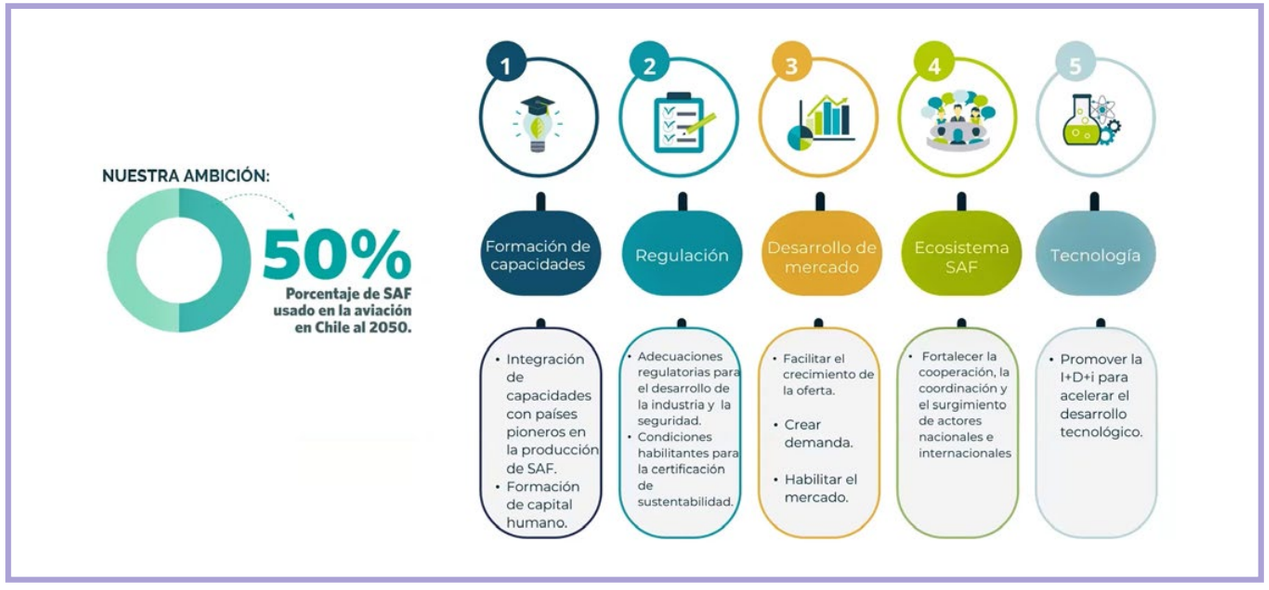


Figura 36. Hoja de Ruta SAF 2050.
Fuente: elaboración propia MEN en base a Hoja de Ruta SAF 2050.

3.7.2 Esfuerzos regionales en mitigación

En Chile, la acción climática se encuentra en proceso de integración de manera formal y permanente en la gestión de los gobiernos regionales, quienes actúan como el nexo entre lo nacional y lo local. Esto se ha logrado a través de la elaboración y actualización de los instrumentos estratégicos de desarrollo y planificación territorial vigentes, y los instrumentos de gestión de cambio climático, conforme a lo establecido en la LMCC.

La conformación y el funcionamiento constante de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC)[64], así como el desarrollo de los primeros cuatro Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC), evidencian los avances de un proceso de coordinación y gobernanza multinivel, entre los principales agentes y objetivos establecidos en las políticas públicas nacionales y en los instrumentos de gestión a escala subnacional.

A continuación (Tabla 49) se presentan las medidas contempladas por los PARCC, que reflejan los principales esfuerzos que se están realizando a nivel regional en materia de cambio climático y relacionados con mitigación.

[64] Cada CORECC se conforma por la o el Gobernador Regional; la o el Delegado Presidencial Regional; las y los secretarios regionales de los ministerios que integran el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMSCC); dos representantes de la sociedad civil regional; y uno o más representantes de las municipalidades o asociaciones de municipalidades [art. 38, Decreto N°15 (Ministerio del Medio Ambiente, 2024a)]. Por su parte, los Ministerios que integran el CMSCC son: Ministerio del Medio Ambiente; de Agricultura; de Hacienda; de Salud; de Economía, Fomento y Turismo; de Energía; de Obras Públicas; de Vivienda y Urbanismo; de Transportes y Telecomunicaciones; de Minería; de Desarrollo Social y Familia; de Bienes Nacionales; de Educación, y de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Tabla 49. Medidas de mitigación consideradas en los PARCC (actualizado a agosto 2024).

Región	Ámbito	Medidas de mitigación	Estado
Atacama	Eficiencia energética	Implementación de medidas de eficiencia energética en la industria	Aprobada
	Energías renovables y descarbonización	Seguimiento del proceso de cierre centrales a carbón	Aprobada
	Movilidad sustentable	Movilidad sustentable en asentamientos humanos regionales	Aprobada
	Gestión de residuos	Implementación de la Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento del Reciclaje	Aprobada
		Implementación de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos	Aprobada
O'Higgins	Eficiencia energética	Implementación de medidas de eficiencia energética en procesos mineros	Aprobada
		Eficiencia energética en la Industria	Aprobada
	Energías renovables y descarbonización	Equipos mineros cero emisiones	Aprobada
		Reducción de combustibles fósiles en la industria	Prevista
		Uso de medios renovables, biomasa eficiente y/o electricidad para calefacción y agua caliente sanitaria	Aprobada
	Movilidad sustentable	Movilidad sustentable en asentamientos humanos	Aprobada
	Incendios forestales	Prevención de riesgo de incendios forestales	Aprobada
Metropolitana	Eficiencia energética	Mejorar la eficiencia térmica de edificación publica y viviendas de interés social	Aprobada
	Gestión de residuos	Aumentar el reciclaje de residuos orgánicos, mediante la separación, tratamiento y valorización de residuos orgánicos	Aprobada
		Modernizar y optimizar de los sistemas de recolección de residuos domiciliarios	Aprobada
		Implementar programas de eliminación y desincentivo a la disposición ilegal de basura	Aprobada
	Movilidad sustentable	Fomentar y promover la movilidad activa como medio de transporte	Aprobada
		Aumentar la electromovilidad en los sistemas de transporte de pasajeros menor y mayor	Prevista
		Mejorar la eficiencia térmica de edificación publica y viviendas de interés social	Aprobada
Los Ríos	Eficiencia energética	Promover la eficiencia energética, en viviendas nuevas y existentes, en el sector urbano y rural de la región	Aplicada
	Construcción sustentable	Fomentar la sustentabilidad de los procesos productivos en el sector de la construcción	Prevista
	Manejo sustentable de bosques y zonas degradadas	Fomentar técnicas de gestión forestal sustentable en bosques nativos de la región	Aprobada
Los Lagos	Eficiencia energética	Aumentar la eficiencia y reducir las emisiones de los sistemas de calefacción en el sector residencial, con foco en las áreas urbanas	Prevista
		Promover la eficiencia energética, en viviendas nuevas y existentes, en el sector urbano y rural de la región	Prevista
	Manejo sustentable de bosques y zonas degradadas	Facilitar el tránsito hacia un manejo sustentable y recuperación del bosque nativo en la región, favoreciendo las soluciones basadas en la naturaleza	Prevista
		Restauración Ecológica mediante soluciones basadas en la naturaleza	Prevista
	Movilidad sustentable	Fomento de la movilidad sostenible y reducción del uso de transporte motorizado privado en zonas urbanas y en traslados interurbanos	Prevista
	Manejo agropecuario sustentable	Aumento de secuestro de carbono mediante la recuperación de suelos para uso agropecuario	Prevista

ESTADO DE AVANCE
Prevista: *Las medidas se han oficializado de parte de la autoridad sectorial u otra institución, pero aún no inicia su implementación.*
Aprobada: *Las medidas se encuentran en proceso de implementación.*
Aplicada: *Las medidas han culminado su proceso de implementación.*

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en información entregada por los Gobiernos Regionales.

En cuanto al resto de las regiones, debido a que aún están en etapas tempranas de la elaboración de sus PARCC, se encuentran en etapa de discusión intersectorial y definición de medidas que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, o bien aumentar las capturas de carbono. Si bien los ámbitos que son abordados varían de acuerdo con las realidades de cada región, destaca la movilidad sostenible por aparecer priorizada en todas ellas.

En Arica y Parinacota, las medidas en elaboración se centran en el transporte bajo en emisiones y la gestión de residuos, mientras que en Tarapacá se está discutiendo la transición a la electromovilidad y la conservación de ecosistemas terrestres y acuáticos. Antofagasta está planificando medidas en energías renovables y descarbonización, incluyendo el hidrógeno verde, movilidad sostenible y eficiencia energética, minería sostenible, gestión de residuos y recuperación de vertederos, economía circular y conservación de ecosistemas como sumideros de carbono. En tanto, Coquimbo se enfoca en energías renovables y eficiencia energética, movilidad sustentable, agricultura y ganadería de bajas emisiones, gestión de residuos orgánicos y conservación de ecosistemas terrestres y acuáticos. En La Araucanía, las medidas en discusión abarcarán temas como la eficiencia energética residencial y productiva, energías renovables, gestión de residuos y economía circular, movilidad sostenible y conservación de ecosistemas y bosques nativos. Finalmente, Aysén está formulando acciones en materia de eficiencia energética y acondicionamiento térmico, generación distribuida de energías renovables, gestión de residuos, transporte y sistemas productivos bajos en emisiones. Esta diversidad de temáticas en discusión, refleja el compromiso regional con la mitigación del cambio climático a través de estrategias innovadoras y sostenibles.

3.7.2.1 Iniciativas regionales adicionales a los PARCC

La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) dependiente jerárquicamente del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, es la institución responsable de conducir y promover el proceso de descentralización del país, y de apoyo a la gestión de los gobiernos regionales y las comunas, mediante el fortalecimiento de sus capacidades técnicas e institucionales para el diseño e implementación de políticas, planes y programas de desarrollo regional y local. Complementariamente, desde la SUBDERE se financian proyectos de inversión de infraestructura y equipamiento regional y comunal, bajo la modalidad de financiar carteras de Inversión y proyectos de asistencia técnica y fortalecimiento.

En su actual estructura orgánica institucional, no existe alguna división, departamento, unidad u oficina a cargo de la temática cambio climático, no obstante, profesionales de diversas reparticiones trabajan en dar respuesta a las solicitudes de información e insumos para la elaboración de reportes requeridos por el Ministerio del Medio Ambiente.

A nivel regional se realizan transferencias de capital a los gobiernos regionales mediante la provisión del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), el cual es utilizado por estos gobiernos para financiar proyectos de inversión pública que buscan el mejoramiento de la infraestructura, la calidad de vida de las personas y el fortalecimiento de las bases productivas regionales. Dentro del FNDR se encuentra el Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL), un subprograma diseñado para financiar pequeñas obras de infraestructura y equipamiento comunitario que son de alta prioridad para la comunidad local.

Los gobiernos regionales también administran el Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC/FIC-R), que se financia a través del royalty minero y se orienta a promover la innovación y el desarrollo tecnológico en las regiones.

La Tabla 50 muestra proyectos e iniciativas financiadas por el FNDR, FRIL o FIC/FIC-R que tienen como finalidad mitigar el cambio climático a través de acciones específicas a nivel regional.

Foto: Tomás Gómez

Tabla 50. Proyectos e iniciativas de mitigación a nivel regional (actualizado a agosto 2024).

Región	Ámbito	Temáticas de los proyectos e iniciativas	Estado
Arica y Parinacota	Energías renovables	Piloto de Geotermia para energía rural	Aprobada
Atacama	Agricultura sustentable	Recuperación de suelos degradados	Aplicada
	Energías renovables	Desarrollo de energías renovables	Aprobada
	Fortalecimiento de capacidades	Formación en reciclaje y mitigación	Aplicada
	Infraestructura verde	Recambio a luminarias LED en áreas verdes	Aplicada y Aprobada
	Restauración y conservación de ecosistemas	Promoción de las áreas protegidas	Aplicada
	Agricultura sustentable	Producción olivícola baja en emisiones	s/i
Coquimbo	Construcción sustentable	Obras con Certificación de Edificio Sustentable	s/i
	Economía circular	Prototipos a partir de desechos tecnológicos	s/i
		Revalorización del plástico	s/i
	Energías renovables y eficiencia energética	Energía solar: soluciones globales a problemas locales	s/i
		Acuerdos de Producción Limpia para MIPYMES	s/i
	Fortalecimiento de capacidades	Formación en eficiencia energética	s/i
	Gestión de residuos	Fomento al reciclaje domiciliario y de la pesca artesanal	s/i
	Minería	Eficiencia energética	s/i
	Movilidad sustentable y electromovilidad	Transporte público, buses y taxis eléctricos	s/i
	Restauración y conservación de ecosistemas	Reforestación y restauración de bosques y formaciones xerofíticas	s/i
		Manejo sustentable de la tierra, el suelo y los bosques	s/i
		Red de humedales costeros	s/i
	Agricultura sustentable	Deforestación cero	Aprobada
Valparaíso	Economía circular	Ecosistema regional y hoja de ruta	Aprobada
		Reciclaje de paneles solares	Aprobada
	Energías renovables y eficiencia energética	Programa Casa Solar	Aprobada
		Sistemas fotovoltaicos en APR	Prevista
		Recambio a luminarias LED en espacio público	Prevista y Aprobada
		Recambio de calefactores	Aprobada
	Gestión de residuos	Construcción planta de compostaje y centro para reciclaje	Prevista
		Gestión de residuos pesqueros (jibia)	Aprobada
	Restauración y conservación de ecosistemas	Valorización y conservación de áreas protegidas	Aprobada
		Recuperación de suelos, agua y biodiversidad	Aprobada
		Reforestación y educación	Aprobada
	Agricultura sustentable	Fiscalización quemas agrícolas	Aprobada

Continuación tabla 50

Región	Ámbito	Temáticas de los proyectos e iniciativas	Estado
Metropolitana	Economía circular	Fortalecimiento del ecosistema regional y promoción de simbiosis industrial	Aprobada
	Eficiencia energética	Recambio a luminarias LED en áreas verdes	Aprobada
	Gestión de residuos	Adquisición de maquinarias y equipamiento para compostaje y reciclaje	Aprobada
		Modelo de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios	Aprobada
	Infraestructura verde	Techos verdes y huertos urbanos	Aprobada
		Plataforma de compensaciones en cerros islas	Aprobada
		Arbolado urbano, reforestación plazas y parques urbanos	Aprobada
		Bosques de bolsillo (Miyawaki)	Aprobada
	Movilidad sustentable y electromovilidad	Buses, taxis y vehículos eléctricos	Aprobada
		Ciclovías y biciestacionamientos	Aprobada
	Ordenamiento Territorial	Evaluación Ambiental Estratégica de extensión urbana	Aprobada
	Restauración y conservación de ecosistemas	Planificación sustentable y restauración de ecosistemas ribereños	Aprobada
O'Higgins	Energías renovables y eficiencia energética	Recambio a luminarias solares en espacio público	Prevista
		Autonomía energética	Prevista
		Sistema fotovoltaico en teatro regional	Aplicada
	Gestión de residuos	Compostaje y reciclaje	Prevista
	Agricultura sustentable	Pequeños agricultores y agricultura familiar campesina	Aprobada
Los Ríos	Energías renovables	Biocombustibles de residuos forestales	Aprobada
	Gestión de desastres	Brigada de incendios forestales	Aprobada
	Movilidad sustentable y electromovilidad	Recambio a vehículos eléctricos en transporte público	Aprobada
	Restauración y conservación de ecosistemas	Observatorio regional de áreas protegidas	Aplicada
		Diagnóstico de humedales	Aprobada
		Elaboración de instrumentos para protección y conservación	Aprobada
Los Lagos	Energías renovables y eficiencia energética	Recambio a luminarias LED en espacio público y edificios públicos	Aplicada
		Sistemas fotovoltaicos en espacio público y luminarias	Aplicada y Aprobada
		Sistemas fotovoltaicos habitacionales y sociales	Prevista y Aprobada
	Gestión de residuos	Construcción unidad de compostaje	Aprobada
		Construcción puntos limpios	Aplicada y Aprobada
		Construcción plantas de reciclaje y puntos verdes	Aplicada
	Infraestructura verde	Construcción de pabellones verdes	Aprobada
		Red de humedales costeros	Aprobada
	Producción y servicios sostenibles	Firma "Pacto por una región sostenible e inclusiva" (alianza público-privada). Elaboración hoja de ruta y definición planes de acción en 8 sectores productivos, entre ellos, agricultura (captura de carbono), transporte marítimo (residuos y emisiones), mitilicultura (estrategia de mitigación)	Aplicada
		Centro de Economía Circular	En diseño

ESTADO DE AVANCE
En diseño: *La idea del proyecto o iniciativa está siendo discutida y está en proceso de definición.* ***Prevista:*** *Los proyectos o iniciativas se han oficializado de parte de la autoridad sectorial u otra institución, pero aún no inicia su implementación.*
Aprobada: *Los proyectos o iniciativas se encuentran en proceso de implementación.* ***Aplicada:*** *Los proyectos o iniciativas han culminado su proceso de implementación.* ***s/i:*** *Sin información.*

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en información entregada por los Gobiernos Regionales.

3.7.3 Esfuerzos locales en mitigación

Chile reconoce que todos los territorios deben actuar para reducir sus emisiones, contribuir a la carbono neutralidad y aumentar su resiliencia frente al cambio climático, alineados con los objetivos de largo plazo establecidos para el país a 2050. La coordinación y cooperación integrada entre los gobiernos regionales y las municipalidades del país será clave para lograr estas metas guardando coherencia con las políticas nacionales dadas principalmente por los planes sectoriales en elaboración; es esperable que las estrategias y acciones específicas difieran entre los territorios, según sus contextos, necesidades y realidades.

Respecto de la organización territorial de Chile, es importante destacar que el país cuenta con 346 comunas y 345 municipalidades. Esta diferencia se debe a que la comuna de Antártica no cuenta con una municipalidad propia y depende administrativamente de la municipalidad de Cabo de Hornos.

3.7.3.1 Iniciativas nacionales con impacto local

Programa HuellaChile

El programa HuellaChile[65] del MMA, nace al alero de las ratificaciones y compromisos que Chile ha adherido de forma internacional, para hacer frente al desafío del cambio climático. El objetivo de este programa voluntario es fomentar el cálculo, reporte y gestión de GEI en organizaciones del sector público y privado, y en gobiernos locales de Chile.

Dentro de los pilares de HuellaChile, se encuentra la entrega de sellos de reconocimiento a las organizaciones que obtengan un grado de avance en la gestión de huella de carbono organizacional, reconocido con los sellos progresivos de cuantificación, reducción, neutralización y excelencia. Para la gestión de la huella de carbono de eventos se reconocen los esfuerzos con los sellos de cuantificación y neutralización. Finalmente, para la huella de carbono territorial gestionada por municipios, se pueden obtener los sellos de cuantificación, reducción y excelencia (ver Figura 38 en sección de Esfuerzos público-privados en mitigación).

Actualmente, se encuentran registradas 1.781 organizaciones, de las cuales 89 corresponden a municipios. Por otro lado, se han entregado un total de 1.630 sellos de reconocimiento, siendo 78 de ellos entregados a municipios. En la Tabla 51, a continuación, se muestran los reconocimientos entregados a municipios, actualizado a abril de 2024.

Tabla 51. Sellos de reconocimientos entregados por el Programa HuellaChile a municipios por su gestión a nivel organizacional, de eventos y comunal.

Tipo de Sello (*)	Organizacional	Eventos	Comunal
Cuantificación	Calera de Tango, Cartagena, Cerro Navia, Chillán Viejo, Chimbarongo, Cisnes, Codegua, Colina, Concepción, Curanilahue, El Quisco, Empedrado, Gorbea, Hualpén, Huechuraba, Independencia, La Ligua, La Reina, Lautaro, Lo Barnechea, Loncoche, Nueva Imperial, Padre Las Casas, Palmilla, Peñalolén, Providencia, Puente Alto, Puerto Natales, Quilpué, Quintero, Recoleta, Renca, Santiago, San Antonio, San Bernardo, San Felipe, San Javier, Santo Domingo, Talagante, Traiguén, Vallenar, Vichuquén, Villarrica, Vitacura	Santiago	Colina, San Antonio, Valdivia
Reducción (**)	Vitacura	No aplica	Ningún municipio ha obtenido este sello
Neutralización	Ningún municipio ha obtenido este sello	Santiago	No aplica
Excelencia (**)	Vitacura	No aplica	Ningún municipio ha obtenido este sello

(*) Algunos municipios pueden tener más de un sello en la misma categoría.

(**) Para el caso de la Municipalidad de Vitacura, esta ha presentado proyectos de reducción para 2016, 2017 y 2018, correspondientes a eficiencia energética y electromovilidad.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

[65] Plataforma Huella Chile: https://huellachile.mma.gob.cl/historia/

Actualmente, se está desarrollando el módulo para el cálculo de huella comunal en la plataforma del Programa HuellaChile. Esta nueva sección de la plataforma permitirá el cálculo de emisiones territoriales a nivel comunal. Al igual que para la huella organizacional y de eventos, se entregará apoyo técnico para el cálculo de las emisiones y sellos de reconocimiento de los avances en gestión de las emisiones.

A la fecha, tres comunas han obtenido reconocimiento por la cuantificación de su inventario comunal: San Antonio, Colina y Valdivia. Las primeras dos fueron parte del piloto para el desarrollo de la plataforma, mientras que la tercera obtuvo su reconocimiento de manera voluntaria. Se espera que este módulo esté habilitado para su uso dentro del año 2024.

El esquema de reconocimientos del Programa HuellaChile para huella comunal se muestra en la Figura 37.

Figura 37. Esquema de reconocimiento comunal para programa HuellaChile.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Comuna Energética

Comuna Energética es un programa impulsado por el Ministerio de Energía y la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE) desde 2015. Este tiene por objetivo contribuir a mejorar la gestión energética y la participación de los municipios y actores locales, para fomentar la generación e implementación de iniciativas replicables e innovadoras de energía sostenible en las comunas de Chile. El programa es una plataforma de acción local que busca contribuir a la transición energética, hacia un desarrollo sostenible y bajo en carbono en las comunas de Chile.

Para ello se apoya técnica y financieramente a los municipios para que desarrollen su Estrategia Energética Local (EEL), con visiones energéticas comunales y planes de acción ideados desde la comunidad. Además, colabora en la implementación del plan de acción de su EEL mediante diversos instrumentos de fomento. Asimismo, el programa evalúa y acompaña el mejoramiento continuo de la gestión energética local de los municipios, con el fin de fortalecer su institucionalidad y otorgar el Sello Comuna Energética.

El Programa se compone por tres fases:

Fase 1: *Elaboración de las Estrategias Energéticas Locales (EEL).*

Este es un instrumento a nivel comunal que busca, a través de un diálogo con la comunidad y actores locales, apoyar la descentralización energética y promover la eficiencia energética, la generación de los recursos energéticos propios en base a fuentes renovables y a proyectos levantados desde la comunidad, con el fin de mejorar la calidad de vida de los residentes de la comuna con una concientización hacia un comportamiento de consumo responsable de energía.

Fase 2: *Implementación del plan de acción levantado en la EEL.*

Este se encuentra compuesto por los programas y los proyectos concretos, en base al diagnóstico energético y el potencial disponible de energías renovables y eficiencia energética, el cual es desarrollado en conjunto con los actores clave de la comuna, para la identificación de proyectos concretos y la evaluación y priorización de estos. En esta etapa se entrega apoyo e instrumentos de fomento a los municipios, quienes son los responsables de buscar financiamiento para cada uno de los programas y/o proyectos levantados en el plan de acción.

Fase 3: *Obtención del Sello Comuna Energética.*

El objetivo del sello es certificar y reconocer la gestión energética local que realizan los municipios en sus territorios. Este proceso de certificación consiste en asesorar, evaluar y calificar la gestión energética de una comuna, entendiendo esta como la capacidad de un municipio para planificar, desarrollar e implementar iniciativas que promuevan la descentralización energética, la eficiencia en el uso de la energía y la incorporación de las energías renovables, en colaboración con los distintos actores del sector público, privado y la sociedad civil.

Actualmente el programa Comuna Energética posee 122 municipios adheridos y 81 Estrategias Energéticas Locales publicadas. En 2023 se priorizaron las comunas que se encuentran en zonas de transición energética (en procesos de cierre de centrales térmicas a carbón) y comunas declaradas como polo de desarrollo energético. Estas comunas son: Huasco, Coronel, Quintero, Puchuncaví, Mejillones, Tocopilla, María Elena, Sierra Gorda y Taltal.

Entre 2022 y abril de 2024, se implementaron 15 proyectos que abordaron necesidades energéticas de comunidades locales en situación de pobreza energética y cinco iniciativas de inversión energética local. Estos proyectos incluyeron acciones de generación eléctrica fotovoltaica, aislamiento térmico, eficiencia energética, movilidad eléctrica y sistemas de almacenamiento energético. Además, se certificaron 10 municipios con el Sello Comuna Energética, totalizando 32 comunas con el Sello.

El programa también ha implementado otras iniciativas, entre las que destacan las descritas en la Tabla, a continuación.

Tabla 52. Otras iniciativas de mitigación gestionadas por la Agencia de Sostenibilidad Energética.

Nombre	Descripción
Red Latinoamericana de Ciudades Energéticas [66]	El programa Comuna Energética se convirtió en la plataforma de acción local que promueve la energía sostenible en las ciudades y municipios de Chile. Tras el éxito obtenido en Chile, ha existido una demanda e interés en el programa por parte de otros países vecinos. Se han realizado experiencias piloto en Uruguay, Colombia, Ecuador y Perú. En este contexto, se identifica la necesidad de establecer mecanismos de cooperación e intercambio entre los países de Latinoamérica, por lo que durante 2021 se gestionó la idea de generar una red latinoamericana para impulsar el desarrollo energético sostenible en las ciudades. La iniciativa fue financiada por el fondo REPIC del Gobierno Suizo y es ejecutada en conjunto por el Ministerio de Energía y Agencia de Sostenibilidad Energética, Chile; Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay; Ministerio de Energía y Minas, Colombia; y Brandes Energie, Suiza. El objetivo general es establecer una red sostenible y una organización de varios países latinoamericanos para fomentar la gestión energética y climática en los municipios de Latinoamérica.
Diplomado en Gestión Energética Regional y Local	Desde el Programa Comuna Energética en alianza con la Academia de Capacitación Municipal y Regional de SUBDERE, se impulsa el diplomado en Gestión Energética Regional y Local, el cual ha tenido 5 versiones, durante las cuales se han capacitado 624 funcionarios municipales y regionales de todo el país. Esta iniciativa se vincula con SUBDERE, por lo que se vuelve a mencionar en su sección.
Cooperación Chile-Uruguay Acción energética local	Convocatoria para la implementación de proyectos piloto entre Chile y Uruguay en cuatro municipios. El objetivo fue obtener aprendizajes compartidos en la implementación de proyectos piloto integrales de energía sostenible en 4 comunas de ambos países.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Foto: José Ignacio Martínez

[66] Enlace a Red Latinoamericana de Ciudades Energéticas: https://ciudadesenergeticas.org/

Iniciativas gestionadas por Asociaciones de Municipalidades

La Ley N°20.527[67] indica que dos o más municipalidades pueden constituir asociaciones municipales para resolver problemáticas en común. Esto permite optimizar el uso de los recursos para la resolución de múltiples problemáticas, entre las cuales se encuentra el cuidado del medio ambiente y la mitigación y adaptación al cambio climático.

De acuerdo a los registros de SUBDERE, actualmente existen 77 asociaciones de municipalidades en el Registro Único de Asociaciones Municipales. De estas, se presentan en la Tabla 53 algunas asociaciones que llevan a cabo actividades relacionadas con mitigación del cambio climático.

Foto: Bryan Contreras

Tabla 53. Sellos de reconocimientos entregados por el Programa HuellaChile a municipios por su gestión a nivel organizacional, de eventos y comunal.

Nombre	Descripción
Asociación Chilena de Municipalidades (ACHM)	La Asociación Chilena de Municipalidades nace en el marco del Congreso Constituyente, que se realizó en la Región de Valparaíso, los días 7, 8 y 9 de mayo de 1993. Desde entonces, los gobiernos locales han sido representados ante el Estado Central por la ACHM, constituyendo comisiones técnicas que le permiten abordar y profundizar temáticas específicas, como vivienda, salud, educación, medio ambiente, entre otros. Su constitución política transversal la hace única en Latinoamérica, ya que en su seno coexisten todas las visiones políticas de la sociedad chilena. Esta transversalidad, le ha permitido erigirse como un referente político a la hora de trabajar temas de interés local y nacional. Uno de sus quehaceres principales durante estos 31 años, se ha centrado en la capacitación permanente de los Alcaldes, Concejales y Funcionarios Municipales, quienes, en forma constante, participan en seminarios, cursos, talleres y encuentros. Otro eje de su actividad está orientada a fortalecer las Asociaciones Regionales, donde las Municipalidades se han organizado para trabajar temas especíwficos de su realidad territorial. De este modo, existe en cada región del país una Asociación, con sus respectivas comisiones técnicas, emulando la orgánica nacional. A la fecha, más del 90% de los municipios chilenos forman parte de la ACHM. En torno a acción climática, destaca el apoyo de la ACHM en la elaboración de los primeros 6 PACCC del país, para las comunas de Vallenar, San Antonio, El Quisco, Valdivia, Ancud y Punta Arenas. Esto se hizo con financiamiento de la Unión Europea. También relacionado a los PACCC, la ACHM participó en la elaboración de la Guía Metodológica para la Elaboración de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático, realizada en conjunto con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, la SUBDERE y el Ministerio del Medio Ambiente. Otras actividades destacadas son: • Guía de financiamiento municipal asociado con acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. • Realización del Primer Informe Subnacional Voluntario (Voluntary Subnational Review, VSR) sobre la localización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Chile, con apoyo del organismo mundial de Ciudades y Gobiernos Locales Unidos, CGLU, que formó parte del informe global presentado por el organismo ante el Foro Político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. • Organización y ejecución de tres Escuelas de temporada: o "La Agenda 2030 y sus ODS. Oportunidades y desafíos para los gobiernos locales en la década de la acción" o "Acción climática municipal. Brechas. Desafíos y oportunidades" o "El aporte de los municipios para dar soluciones a la crisis climática. Desafíos, competencias y oportunidades para una gestión preventiva, resiliente y sostenible de los territorios comunales". • Conferencia Internacional "Planificación eficaz para enfrentar la crisis climática. Oportunidades y desafíos para la gestión municipal" realizada en conjunto con la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, (SUBDERE) y el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCOM-América Latina) de la Unión Europea (UE), encuentro reunió a representantes de más de 100 municipios en Chile. • Elaboración de Guía de financiamiento asociado con acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en Chile. • Taller de planificación y acción climática en Chile "Un ejercicio de aprendizaje entre pares, trabajo en red y visibilidad de brechas y logros" (Ancud-28-29 mayo 2024). Finalmente, destacar que la ACHM cuenta con vínculos con el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCOM), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y con Gobiernos Locales por la Sostenibilidad (ICLEI).

[67] Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2011).

Continuación tabla 53

Nombre	Descripción
Asociación de Municipalidades Provincia de Llanquihue para el Manejo Sustentable de Residuos y Gestión Ambiental	El objetivo general de la asociación es coordinar y articular los esfuerzos y recursos necesarios para la búsqueda de solución de problemas que sean comunes a sus socios, lograr el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, junto con procurar la sustentabilidad de iniciativas para el manejo de residuos sólidos domiciliarios y la gestión ambiental a través de la acción integral en las Municipalidades asociadas[68] . Como propósito se han planteado transformar el modelo de gestión provincial de residuos y migrar de un relleno sanitario tradicional a un centro de tratamiento integral de residuos, contemplando unidades de selección, clasificación y tratamiento de las fracciones de residuos orgánicos e inorgánicos. Cuenta con la participación de 9 comunas de la Región de Los Lagos (Puerto Montt, Puerto Varas, Llanquihue, Frutillar, Fresia, Los Muermos, Maullín, Calbuco y Cochamó). La asociación publicó en 2022 el documento "Hoja de ruta para el compostaje en la Provincia de Llanquihue". En base a este han implementado múltiples iniciativas en las comunas de la provincia. Con cada municipio se levantó un plan de gestión integral de residuos, identificando iniciativas en las tres fracciones de residuos que están trabajando: fracción inorgánica, fracción orgánica y descartables. Las iniciativas que se identifican para el manejo de cada fracción de residuos se van implementando con apoyo de la asociación ya sea en la formulación del proyecto/programa, en el apalancamiento de recursos o en su ejecución/implementación. La asociación cuenta con un sistema de gestión de la información que permite dar trazabilidad a todos los residuos que recuperamos, ya sea desde los puntos limpios, puntos verdes de escuelas, recolección diferenciada de orgánicos o desde el punto limpio móvil. Además, la asociación es gestora de residuos en el marco de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP) para la provincia de Llanquihue. Opera directamente 5 puntos limpios y desde el año 2025 contará con el servicio de recolección diferenciada en las comunas de Puerto Montt, Puerto Varas, Llanquihue y Calbuco. Actualmente tienen convenios en el marco de la Ley REP con dos sistemas de gestión con la figura de gestores de residuos: ReSimple y Giro.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Adicionalmente, existen otras asociaciones de municipios que buscan apoyar a los municipios en la implementación de medidas de mitigación. Estas no fueron incluidas dado el alcance de comunas y la cantidad de información disponible respecto de sus actividades.

Las asociaciones identificadas son:

- Asociación de Municipalidades de la Región de O'Higgins (MURO'H)
- Asociación de Municipalidades de la Provincia de Osorno
- Asociación de Municipalidades Región del Biobío (AMRBB)
- Asociación de Municipalidades de la Provincia de Iquique para la Gestión Ambiental y de Residuos (AMPIGAR).
- Asociación de Municipalidades de la Región de Los Ríos para el Manejo Sustentable de Residuos y la Gestión Ambiental
- Asociación Metropolitana de Municipalidades de Santiago Sur para la Gestión Ambiental y de Residuos "MSUR"
- Asociación de Municipios Verdes, Araucanía Sur (AMVAS)

Para más información respecto a las asociaciones de municipios, visitar el Registro Único de Asociaciones Municipales con Personalidad Jurídica de Derecho Privado[69].

3.7.3.2 Iniciativas locales gestionadas desde las municipalidades

En el capítulo 6 de la ECLP, para la Gestión del Cambio Climático a Nivel Regional y Local, se integran metas vinculadas al sistema de reconocimiento para gobiernos locales del Programa HuellaChile, a nivel de reporte y declaración de inventarios de GEI y acciones de mitigación a nivel comunal. A esto se suma la elaboración de PACCC incluida en la LMCC, los cuales deberán ser elaborados por las municipalidades en un plazo de tres años desde la promulgación de la ley (plazo: junio de 2025).

A nivel particular y atomizado, algunos municipios han adquirido compromisos individuales en diferentes iniciativas nacionales e internacionales, llevando a cabo diversas medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Un resumen de estas medidas puede revisarse en el Portal para la Acción Climática Mundial o NAZCA[70], por sus siglas en inglés, cuya finalidad es presentar de forma clara y completa las medidas que se están tomando en todo el mundo para luchar contra el cambio climático. Las acciones registradas en la plataforma NAZCA se muestran resumidas en la Tabla 54.

[68] Enlace a Asociación Municipalidades de Llanquihue: https://asociacionllanquihue.cl/acerca-de/

[69] Enlace a Registro: https://registroasociaciones.subdere.gov.cl/registro-unico-asociaciones-municipales/all

[70] Enlace Plataforma NAZCA: https://climateaction.unfccc.int/Actors

Tabla 54. Acciones locales registradas en plataforma NAZCA para Chile (actualizado a abril 2024).

COMUNAS **	ACCIONES REPORTADAS
Arica	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Calera de Tango	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Cerro Navia	En CDP reporta las siguientes medidas de mitigación: • Uso de tecnologías de iluminación más eficientes, como LED y LFC • Políticas y programas de prevención de generación de residuos y reciclaje
Colina	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Concepción	En torno a estrategias, la comuna cuenta con un Plan Local de Cambio Climático (2019). En CDP reporta las siguientes medidas de mitigación: • Se propone la segregación de residuos orgánicos y reciclables para tratamiento diferenciado • Instalaciones para la recolección de residuos reciclables o compostables • La instalación de iluminación energéticamente más eficiente en lugares públicos • Educación ambiental para promover el uso de transporte no motorizado
Hualqui	Compromiso de tener calidad de aire apta para habitantes, alinear las políticas de cambio climático y contaminación al 2030, y aumentar la inversión en acción climática, salud y desarrollo sostenible.
Independencia	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Además, por CDP reporta el compromiso de reducir emisiones del sector energético en un 30% del 2018 al 2030. La comuna reporta en CDP su huella territorial. En torno a estrategias, la comuna cuenta con una Estrategia Energética Local y Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenible. Como medidas de mitigación, se reporta en CDP lo siguiente: • Instalación de puntos o centros de reciclaje municipal • Generación de energía renovable in situ
La Florida	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
La Pintana	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Las Condes	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Lo Barnechea	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Adicionalmente, por CDP reporta el compromiso de reducir las emisiones comunales en un 45% entre 2021 y 2030 (basado en escenario business as usual). La comuna reporta en CDP su huella territorial. Como medidas de mitigación, se reporta en CDP lo siguiente: • Compra de electricidad, calor, vapor o refrigeración generado con fuentes bajas en carbono (Contrato Cliente Libre con Cerro Dominador)
Maipú	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Como medidas de mitigación, se reporta en CDP lo siguiente: • Segregación de residuos orgánicos y reciclables para tratamiento diferenciado • Medidas de eficiencia energética y modernización
María Pinto	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*

Continuación tabla 54

COMUNAS **	ACCIONES REPORTADAS
Ñuñoa	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Peñalolén	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Adicionalmente, presenta a través de CDP múltiples metas alineadas con la anterior: • Reducir emisiones comunales en un 57,7% desde 2018 a 2030 • Reducir emisiones comunales en toneladas métricas de CO_2e per cápita, tomando el 2018 como año base, en un 24% al 2023, un 48% al 2028, en un 68% al 2035, en un 79% al 2040, y en un 89% al 2045 • Reducir emisiones del sector energía en un 30% entre 2021 y 2030 • Reducir emisiones del sector transporte en un 40% entre 2022 y 2050 • Reducir emisiones del sector residuos en un 65% entre 2019 y 2040 Además, la comuna reporta su huella comunal a través de CDP. Cuenta con una Estrategia Energética Local y con un Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible. Además, cuenta con estudios de vulnerabilidad y riesgos enfocados principalmente en la Quebrada de Macul. Como medidas de mitigación se reporta lo siguiente: • Respecto a energía, se busca generar energía renovable in situ, el uso de tecnologías de iluminación más eficientes como LED y LFC, y tomar medidas de eficiencia energética y mejoras en sector comercial, residencial y en edificios municipales. • Para la gestión de residuos, se busca prevenir la generación de residuos mediante políticas y programas de reciclaje. Además, se propone disminuir la cantidad de residuos orgánicos que son tratados en rellenos sanitarios e incineración. • En transporte se propone mejorar la infraestructura, servicios y operación de buses del sistema público. Como medidas de integración, es decir, que favorecen tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático, se encuentra: • Trabajar en la preservación y expansión de las áreas verdes y biodiversidad, incluyendo la conversión del hábitat natural. • Respecto de alimentos, se proponen políticas municipales que apoyen la producción sostenible de alimentos.
Providencia	Reporta la meta de reducir las emisiones comunales a la mitad al 2030, con respecto al 2015 en las fuentes incluidas en dicho inventario. La comuna reporta en CDP su inventario territorial. En torno a estrategias, la comuna cuenta con un Plan Local de Cambio Climático (2015) y una Estrategia Hídrica Local 2020-2030. Cuenta también con estudios de vulnerabilidad y riesgo reportados en 2022. Como medidas de mitigación, se reporta lo siguiente: • Políticas y programas de prevención de residuos y reciclaje • Uso de tecnologías de iluminación más eficientes, como LED y LFC • Generación de energía renovable in situ • Implementar medidas de eficiencia energética y mejoras en sector comercial, residencial y en edificios municipales • Mejorar los accesos para integrar el transporte peatonal, en bicicleta y en transporte público • Expandir y preservar las áreas verdes y biodiversidad
Pudahuel	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
Puerto Varas	Cuenta con un Plan Local de Cambio Climático para la comuna. Como medidas de mitigación, se reporta en CDP: • Instalación de puntos o centros de reciclaje municipales
Quinta Normal	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*

Continuación tabla 54

COMUNAS **	ACCIONES REPORTADAS
Renca	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Además, a través de CDP reporta el compromiso de reducir sus emisiones comunales en un 30% del 2018 al 2030. Cuenta con estudios de vulnerabilidad y riesgo reportados en 2022. La comuna reporta un inventario territorial a través de CDP. En torno a estrategias, la comuna cuenta con un Plan Local de Cambio Climático, una Estrategia Energética Local (EEL) y una Estrategia de Movilidad. Además, destacan el PLADECO, que incorpora objetivos ambientales para la comuna, y su estrategia de movilidad comunal. Respecto a medidas de mitigación, se reportan las siguientes: • En gestión de residuos, proponen mejorar la eficiencia de la recolección y aumentar la sensibilización de la población con las medidas de reciclaje y reducción de residuos. • En transporte, mejorar el ahorro de combustible y reducir las emisiones de CO_2 de camiones. Además, se busca mejorar los accesos para integrar el transporte a pie, en bicicleta y en transporte público. • Con respecto a energía estacionaria, se propone implementar medidas de eficiencia energética y la instalación de redes de calor domésticas y/o comerciales. Además, se busca la generación de energía baja o nula en carbono. • En agricultura, forestal y uso de suelo, se propone trabajar en la expansión de espacios verdes y biodiversidad. Además, se reportan actividades de restauración de bosques. • En torno a los recursos hídricos, se propone trabajar en el reciclaje y recuperación de agua.
San Miguel	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.*
San Pedro de La Paz	Respecto a estrategias, cuenta con una Estrategia Energética Local (EEL). Además, reporta planes para aumentar las ciclovías en la comuna.
Santiago	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Adicionalmente, a través de CDP plantea la meta de reducir las emisiones comunales de energía estacionaria, transporte y residuos incluidas en el inventario en un 50% desde 2019 hasta 2030. La comuna reporta su huella territorial a través de CDP. Cuenta con estudios de riesgos y vulnerabilidad al cambio climático, y con un Plan Integrado de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Como medidas de mitigación, a través de CDP se reporta: • Implementar medidas de eficiencia energética y mejoras en sector comercial, residencial y en edificios municipales • Incrementar el involucramiento ciudadano en medidas de reducción y reciclaje de residuos
Talca	Como medidas de mitigación, a través de CDP se reporta: • Mejorar el ahorro de combustible y reducir las emisiones de CO_2 de los buses y trenes ligeros • Segregación de residuos reciclables y orgánicos
Temuco	Como compromisos, propone reducir las emisiones del sector de energía en un 66% desde 2021 hasta 2032. Como estrategia, cuenta con su "Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible. Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático: 2020-2030" y con un Plan Local de Cambio Climático. Como medidas de mitigación se reporta: • Implementar tecnología energéticamente más eficiente para la iluminación, como LED y LFC. Como medidas de integración, es decir, que favorecen tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático, se encuentra: • Expandir y preservar las áreas verdes y biodiversidad de la comuna.

Continuación tabla 54

COMUNAS **	ACCIONES REPORTADAS
Valdivia	Reporta la meta de reducir emisiones de sector energía estacionaria, transporte y residuos en 20% al 2030, comparado con 2019. Reporta su huella comunal a través de CDP. Cuenta con un Plan de Acción de la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) del Banco Interamericano de Desarrollo. Como medidas de mitigación, se reporta: • Utilizar tecnologías más eficientes para la iluminación (LED y LFC)
Valparaíso	Respecto a estrategias, incorporó un Eje Ambiental al PLADECO. Como medida de mitigación se reporta a través de CDP: • Generación de energía con bajas o nulas emisiones de carbono
Vitacura	Reporta la meta de reducir sus emisiones a la mitad al 2030 y alcanzar la carbono neutralidad al 2050.* Adicionalmente, a través de CDP se compromete a reducir las emisiones comunales en un 38,75% al 2030 respecto de las emisiones registradas en 2019. La comuna cuenta con un Plan Local de Cambio Climático. Como medidas de mitigación implementadas, se reportan a través de CDP: • Ahorro de combustible y reducir las emisiones de CO_2 de los vehículos motorizados • Aumentar la micromovilidad • Adoptar políticas de separación de residuos en origen • Aumento de la generación de energía renovable in situ

* La iniciativa Race to Zero propone metas utilizando como base a los inventarios comunales.
** Las comunas de La Serena, San Bernardo y Puerto Montt están en la plataforma, pero no presentan información relacionada con mitigación, por lo que no fueron incluidas en la tabla.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, a partir de plataforma NAZCA.

Foto: Daniela Madrazo O.

Medios de implementación gestionados por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

La labor que desarrolla la SUBDERE es relevante para el logro de metas de mitigación y adaptación a nivel país, contribuyendo desde la gestión territorial. A continuación, se presentan las iniciativas gestionadas por SUBDERE entre marzo de 2022 y marzo de 2024, información que ha sido proporcionada por la institución para el presente reporte:

Medios de Implementación basados en acciones locales para el cambio climático

Como se señaló anteriormente, SUBDERE contribuye a la mitigación del cambio climático a través de diversos programas de inversión. Uno de estos es el Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB). Este programa tiene como objetivo reducir el déficit de cobertura en ámbitos de saneamiento sanitario, el manejo de residuos sólidos, la energización y la protección del patrimonio y otros ámbitos que puedan ser establecidos por glosa presupuestaria. En la Tabla 55 a continuación, se resumen las iniciativas gestionadas a través del PMB identificadas como medios de implementación:

Tabla 55. Tipología de obras PMB pertinentes como medios de implementación.

Tipo	Descripción
Residuos Sólidos	Conforme a lo establecido por la Guía operativa aprobada por resolución exenta de SUBDERE, mediante esta tipología se pueden realizar proyectos para: • Minimización y Mejoramiento Integral del Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables • Valorización de Residuos Sólidos • Modelos de Gestión asociados a Tratamiento de Residuos Sólidos • Infraestructura y Equipamiento de Puntos Limpios • Iniciativas de Reutilización en Riego con Aguas Servidas Tratadas • Reutilización de lodos proveniente de sistemas de tratamiento de aguas servidas • Disposición de escombros • Mejoramiento de terrenos para: centros de transferencias, rellenos sanitarios y vertederos, centros de acopio, valorización de residuos sólidos y similares domiciliarios. En esta tipología para el periodo comprendido entre marzo de 2023 y marzo de 2024 se identifican 4 proyectos sobre obras atingentes a residuos sólidos y mitigación.
Energía	Proyectos de energización, conectividad y telecomunicaciones rurales, y proyectos de alumbrado público, en las siguientes 4 tipologías: • Nuevas redes de Alumbrado Público vial, peatonal u ornamental • Extensiones redes de Alumbrado Público vial, peatonal u ornamental • Recambio de Alumbrado Público vial, peatonal u ornamental • Alumbrado Público Solar, siempre y cuando se cumpla una de las siguientes condiciones: o No factibilidad, mediante documento de la empresa distribuidora que así lo indique (empresa distribuidora, no es válida carta del DOM ni para factibilidad o No factibilidad) o Certificado de vía o ruta de evacuación por emergencia, acreditado por documento firmado por DOM o Evaluación económica que justifique el uso de esta alternativa por sobre la iluminación convencional Cabe aclarar que conforme al Manual de Alumbrado Público PMU-PMB vigente, que contiene las especificaciones técnicas mínimas que deben considerar los proyectos de alumbrado público que postulan al Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) y Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) de SUBDERE, se exigen luminarias con tecnología LED dada su alta eficiencia y vida útil Asimismo, las instalaciones de alumbrado público estarán dotadas de sistemas que regulen los ciclos de funcionamiento de las luminarias, encendido y apagado. Para estos fines, se podrán considerar celdas fotoeléctricas, relojes capaces de ser programados por, al menos, ciclos diarios, de manera de evitar la prolongación innecesaria de los periodos de funcionamiento, u otro mecanismo o tecnología que permita restringir el consumo energético a lo estrictamente necesario sin desmedro de la capacidad lumínica de las instalaciones. En esta tipología se identifican 13 proyectos de luminarias que conllevan mitigación, para el periodo comprendido entre marzo de 2023 y marzo de 2024.

Fuente: elaboración propia, Subsecretaría de Desarrollo Regional.

Medios de Implementación basados en acciones regionales y locales para el cambio climático

SUBDERE, desde su División de Desarrollo Regional, contribuye a la mitigación del cambio climático a través de diversos programas de inversión, entre los cuales destacan como medios de implementación las acciones que se financian desde el programa de Apoyo a la Gestión Subnacional (AGES), y aquellas que se financian desde el Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS). A continuación (Tabla 56), se describen las medidas implementadas localmente que son financiadas a partir del PNRS.

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 56. Resumen de medios de implementación financiados a través del PNRS.

Nombre de iniciativa	Descripción
Diagnóstico y catastro nacional de residuos sólidos	Este estudio responde a la necesidad de contar con información actualizada respecto de la gestión de los residuos sólidos municipales, para facilitar la formulación de iniciativas y soluciones a la gestión de estos. La base de datos cuenta con la información cuantificada sobre las toneladas generadas per cápita, además de la información sobre el manejo y gestión de los residuos sólidos domiciliarios por comuna a nivel nacional. Este catastro tiene por objetivo principal el disponer de una línea base sobre la gestión de residuos, que permita identificar las brechas existentes en la materia para la formulación de estrategias regionales y locales
Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y asimilables a nivel municipal	El estudio se relaciona con la caracterización y generación anual de residuos sólidos domiciliarios para 51 comunas seleccionadas en las fuentes generadas de domicilios, HORECAS (hoteles, restaurantes y cafeterías), ferias, mercados, parques y áreas verdes, escalando los resultados de la caracterización a otras comunas a partir de la estratificación. Tiene por objetivo poder contar con información estadísticamente confiable para la formulación de futuros proyectos de residuos sólidos
Construcción estación de transferencia a la campana, Calbuco	Las comunas de Calbuco y Maullín disponen sus residuos en el relleno sanitario La Laja, que se encuentra en operación en la provincia de Llanquihue. Dada la lejanía de su ubicación se hace necesario contar con un lugar de disposición temporal de residuos para las comunas de Calbuco y Maullín, los cuales finalmente serán trasladados y depositados en el relleno. La construcción de la estación de transferencia tiene por objetivo optimizar el transporte de residuos, disminuyendo al mismo tiempo la contaminación debida al transporte de estos
Diseño del Centro de gestión de residuos sólidos cuenca del Lago General Carrera	El proyecto consiste en el diseño de un centro de tratamiento de residuos sólidos en Puerto Bertrand, que atiende a 5 localidades de las comunas de Chile Chico y Rio Ibáñez
Construcción centro integral de valorización de RSD, comuna de Nogales	El proyecto considera el diseño de un centro de tratamiento integral de residuos sólidos domiciliarios, promoviendo la valorización de los residuos. Tiene por objetivo disminuir las emisiones de contaminantes, al tratar residuos de manera integral

Fuente: elaboración propia, Subsecretaría de Desarrollo Regional.

3.7.3.3 Iniciativas internacionales y redes colaborativas

Para las iniciativas y redes colaborativas se tienen distintos enfoques internacionales, desde Pactos y Alianzas, hasta sistemas de presentación de la información de acciones. En la Tabla 57, a continuación, se pueden ver las distintas iniciativas en las cuales Chile tiene participación territorial local.

Tabla 57. Iniciativas y redes internacionales con participación de municipios chilenos.

Iniciativa	Descripción	Municipios participantes
Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, América Latina y el Caribe (GCOM-LAC) [71]	Alianza global de ciudades y gobiernos locales comprometidos con la lucha contra el cambio climático, compartiendo la visión a largo plazo de apoyar la acción voluntaria, tomando medidas para garantizar el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París	Algarrobo, Ancud, Calera de Tango, Cerro Navia, El Quisco, Independencia, La Reina, Lo Barnechea, Maipú, Mostazal, Peñalolén, Providencia, Puerto Montt, Punta Arenas, Quilpué, San Antonio, San Bernardo, San Pedro de la Paz, Santiago, Temuco, Valdivia, Vallenar, Valparaíso, Vitacura
C40 Cities	Red que reúne a grandes ciudades para tomar acción sobre cambio climático y así cumplir con los acuerdos de París mediante acciones locales. La misión del C40 es reducir a la mitad las emisiones de sus ciudades miembros en una década	En Chile, la región Metropolitana participa desde el año 2009 [72]
Gobiernos Locales por la Sustentabilidad - ICLEI	Red global de gobiernos locales y regionales comprometidos con el desarrollo urbano sustentable, creando sistemas y desarrollando soluciones en cinco vías de desarrollo	Renca y Vitacura [73]
CDP Cities - ICLEI	El caso particular de CDP Cities - ICLEI, sistema de reportabilidad unificada, tiene como objetivo simplificar la reportabilidad para las ciudades bajo un sistema único de información	En 2023, reportaron las siguientes comunas [74] Algarrobo, Ancud, Cerro Navia, Colina, Concepción, Independencia, Lautaro, Lo Barnechea, Lo Espejo, Maipú, Ñuñoa, Peñalolén, Placilla, Providencia, Puerto Montt, Puerto Varas, Quilicura, Renca, San Antonio, San Bernardo, San Fernando, San Miguel, San Pedro de la Paz, Santiago, Talca, Temuco, Valdivia, Vitacura
Cities Race to Zero	Race to Zero es una campaña mundial respaldada por la ONU que reúne a actores no estatales -incluyendo empresas, ciudades, regiones e instituciones financieras y educativas- para tomar medidas rigurosas e inmediatas para reducir las emisiones globales a la mitad para 2030	Arica, Calera de Tango, Colina, Independencia, La Florida, La Pintana, Las Condes, Lo Barnechea, Maipú, María Pinto, Peñalolén, Pudahuel, Quinta Normal, Renca, San Miguel, Santiago, Vitacura, Ñuñoa [75]
WWF's One Planet City Challenge - OPCC	WWF's One Planet City Challenge - OPCC es una competencia de WWF de las ciudades en torno a la sustentabilidad. Se revisan las acciones y ambiciones climáticas de las ciudades, y se evalúa su relación con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París	Las ciudades seleccionadas para la competencia 2024 son Valdivia, Vitacura y Renca
Alcaldes por el Clima	Alcaldes por el Clima es una iniciativa de la Coalición de Ciudades Capitales de las Américas frente al Cambio Climático (CC35), que cuenta con el respaldo del High-Level Champion de la COP25 que fortalece la ruta Santiago-Glasgow junto a otras redes internacionales, y que es liderada por el compromiso de los alcaldes latinoamericanos con el fin de crear una estrategia decisiva que asegure la fase mandatoria del Acuerdo de París	Puerto Natales
Alianza para la Acción Climática (ACA)	Las ACAs son una iniciativa global liderada por WWF que busca articular y empoderar actores clave a nivel local, con el objetivo de acelerar la transición a sociedades bajas en carbono y resilientes al cambio climático	Cerro Navia, Colina, Estación Central, Independencia, Lo Barnechea, Lo Espejo, Maipú, Ñuñoa, Papudo, Peñalolén, Placilla, Providencia, Puerto Varas, Quilicura, Renca, San Antonio, San Miguel, Santiago, Talca, Temuco, Valdivia y Vitacura [76]

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

[71] Enlace a GCOM-LA: https://pactodealcaldes-la.org/ciudades/
[72] Perfil de Santiago: https://www.c40.org/cities/santiago/
[73] Mapa Red ICLEI: https://americadosul.iclei.org/es/asociados/
[74] Plataforma CDP: https://data.cdp.net/browse?category=Governance
[75] Lista de Participantes Race to Zero: https://climatechampions.unfccc.int/whos-in/
[76] ACA Chile: https://alianzaporelclima.cl/somos/

3.7.4 Esfuerzos público-privados en mitigación

En esta sección se describen iniciativas que por su naturaleza contribuyen a la mitigación de GEI, involucrando la participación de organizaciones privadas que colaboran en conjunto con el sector público.

3.7.4.1 Acciones público-privado

El desafío del cambio climático involucra a todos los actores de la sociedad en sus distintas escalas administrativas y geográficas. Por lo tanto, es cada vez más necesario incluir acciones de mitigación público-privadas, no solo a nivel nacional sino también local. En este contexto, surgieron la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) y el Programa HuellaChile del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático

La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), creada por el Acuerdo 2947/2016 del Consejo Directivo de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) (sucesora Consejo Nacional de Producción Limpia que comenzó su operación en 1999), es un comité de CORFO cuya misión es fomentar la inclusión de la dimensión del cambio climático y el desarrollo sostenible en el sector privado y en los territorios. Esto, a través de acuerdos voluntarios, coordinación con otras instituciones públicas, iniciativas de fomento y la ejecución de programas y proyectos que aporten a la construcción de una economía sostenible, resiliente y baja en carbono. Al mismo tiempo, la ASCC apoya el cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile en estas materias.

Uno de los principales instrumentos de la agencia consiste en los Acuerdos de Producción Limpia (APL), regulados en el artículo décimo (Ley de Acuerdos de Producción Limpia) de la Ley 20.416[77]. A su vez, el artículo 2[78] de la Ley de Acuerdos de Producción Limpia define al APL como un convenio celebrado entre un sector empresarial y los órganos de la administración del Estado, cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas y así contribuir al desarrollo sostenible de las empresas.

En su trayectoria, se han firmado 216 APL, involucrando a 9.521 empresas y 16.131 instalaciones. De este total, 1.974 nuevas instalaciones se han adherido después de 2020. Para el año 2024, se encuentran activos 90 APL, los cuales abarcan 3.249 instalaciones y 1.961 empresas adheridas a estos acuerdos.

En 2012 se registraron y luego validaron ante la CMNUCC los APL como la primera Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación (NAMA) de Chile. Desde 2016 se reportan públicamente las reducciones logradas por los APL, basadas en las Directrices para un marco genérico de MRV para NAMAs en Chile del Ministerio del Medio Ambiente.

En enero de 2018 la Agencia presentó el documento "Recomendaciones para una agenda de trabajo público-privado al año 2030 en materia de sustentabilidad y cambio climático"[79] elaborado bajo un proceso participativo. En particular, se identificaron las siguientes ocho áreas prioritarias donde existe necesidad de acción pública-privada para avanzar en la mitigación de emisiones, la adaptación a los impactos del cambio climático y los otros componentes del Desarrollo Sostenible compuestas por:

- Agricultura
- Construcción
- Generación de Energía
- Uso de la Energía
- Forestal/LULUCF
- Industrial y procesos industriales
- Desechos
- Transporte y su infraestructura
- Otro(s) Educación, Turismo, Instituciones Públicas

Para el periodo 2020 y 2024, el presupuesto nominal anual asignado a la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático según la Ley de Presupuesto fue de USD 3.902.013 (2020), USD 3.452.290 (2021), USD 3.145.707 (2022), USD 3.472.997 (2023) y USD 3.257.705 (2024)[80]. Este presupuesto se distribuye entre gastos de personal, servicios y el financiamiento del fondo de producción limpia.

Para el periodo 2020-2030, la ASCC ha actualizado el registro de la NAMA, proyectando reducciones por 2.270.000 tCO_2e en este periodo, en línea con los compromisos de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Entre los años 2020 y 2024[81], se obtuvo una reducción aproximada de 778.543 tCO_2eq[82]. Destacan por su relevancia en estos resultados el Tercer Acuerdo de Producción Limpia Sector Industria de Alimentos Procesados, el APL Cero Residuos a Eliminación, y el APL Manejo Sustentable del Bosque Nativo de la Región del Maule, asociados a los gremios de ChileAlimentos, Acción Empresa y el consorcio forestal del APL Manejo Sustentable del Bosque Nativo de la Región del Maule, respectivamente. Estos logros son el resultado de mejoras y gestión en el uso de energía, generación de residuos y manejo sustentable de bosques.

[77] Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (2010)
[78] Ley con doble articulado.
[79] ASCC (2018)

[80] El presupuesto asignado a la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático según la Ley de Presupuesto en pesos chilenos $2.812.524.000 (2020), $2.229.185.000 (2021), $2.366.489.000 (2022), $ 2.813.361.000 (2023) y $ 2.825.015.000 (2024).
[81] Estimaciones incluyen hasta el periodo abril 2024.
[82] Se consideran los siguientes gases afectados: Dióxido de carbono (CO_2), Gas metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF6), Trifluoruro de Nitrógeno (NF_3).

Foto: MIcaela Jara Forray

Los cobeneficios obtenidos en el mismo periodo abarcan varias dimensiones: disminución del consumo de agua dulce en más de 133 millones de metros cúbicos, generar reducciones del consumo de energía en más de 1.551 GWh, del consumo de combustibles fósiles en 89 mil toneladas, y en 17 millones de metros cúbicos de gas natural. Respecto de los residuos y contaminantes, se dejaron de enviar a vertedero y relleno sanitario cerca de 719 mil toneladas de residuos sólidos, lo que evitó incrementar la generación de gas metano. Se reutilizaron y reciclaron más de 72 mil toneladas de material en desuso. A nivel de residuos industriales líquidos (RILES), se logró disminuir su generación en más de 13 millones de metros cúbicos. En el marco del acuerdo en fundiciones, se disminuyeron cerca de 59.000 toneladas de contaminantes atmosféricos, producto de la gestión y eficiencia en el uso de combustibles fósiles. Así mismo, como parte de los APL de Bosque, 4.700 hectáreas de bosque nativo cuentan con planes de manejo sustentable. La suma valorada de todos estos efectos se estima en USD 258 millones en beneficio social.

Al contrastar los resultados obtenidos con los montos públicos gastados, se obtiene un ratio de 11 dólares de beneficio social por dólar público gastado. Es importante señalar que varios de los APL considerados en este cálculo generaron beneficios previos a ese periodo y lo continuarán haciendo posteriormente, mientras que el gasto público considerado es el de todo el ciclo de vida del APL respectivo.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, es necesario hacer las siguientes precisiones:

a. De los 74 APL que reportan impacto sobre emisiones de gases de efecto invernadero para el periodo 2020-2024, 17 de ellos tienen acciones relacionadas a adaptación al cambio climático[83].

b. Debido a su efecto sobre la cadena de valor, los APL pueden tener impacto sobre el transporte internacional, el cual no se encuentra cuantificado.

c. Algunos de los factores de emisión (factores de emisión de alcance 3) utilizados, pueden tener impacto aguas arriba y en otras jurisdicciones, los que no se encuentran diferenciados debido a la falta de información en las bases de datos utilizadas.

d. Los efectos de la reducción de emisiones asociadas a la menor descomposición de residuos orgánicos se calculan para el año de generación de emisiones correspondiente[84].

e. Existen efectos de difusión como de generación de capacidades que poseen impactos a largo plazo, pero para los cuales no se han estimado valores.

[83] Relacionada con los temas de seguridad hídrica y gestión del agua, gestión del riesgo de desastre, soluciones basadas en la naturaleza, institucionalidad y gobernanza, entre otras.
[84] Producto de la ecuación de descomposición de primer orden esto genera una serie infinita de resultados cada vez más pequeños, en los que su suma es finita y corresponde a las emisiones totales evitadas.

Programa HuellaChile

El programa HuellaChile surge desde el MMA con el objetivo de fomentar la cuantificación, reporte y gestión de emisiones de GEI a nivel organizacional, eventos y territorios en organizaciones públicas y privadas del país. Ha sido desarrollado en conformidad con las siguientes normas: NCh-ISO 14064:2019 (parte 1, 2 y 3); NCh-ISO 14065:2014; NCh-ISO 14066:2012; NCh-ISO 14069:2014; NCh 3300:2014 y NCh- ISO 14067:2019.

La etapa de diseño y planificación, implementada durante los años 2013 y 2014, involucró el desarrollo de la página web[85], una herramienta de cálculo de emisiones de GEI inserta en el Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (VU-RETC), formatos de reporte y la implementación de un sistema de reconocimiento de acuerdo al nivel de gestión de GEI alcanzado por la organización a nivel corporativo. El desarrollo de la herramienta de cálculo incluyó un programa piloto con la participación voluntaria de 40 organizaciones.

A partir de 2015, comienza la fase de implementación y operación del programa HuellaChile, el cual define tres líneas de trabajo y apoyo a las organizaciones: 1) Acceso gratuito a una herramienta de cálculo de emisiones de GEI a nivel organizacional, 2) Apoyo técnico (incluye realizaciones de capacitaciones, reuniones técnicas, entrega de aclaraciones por correo electrónico, entre otras), y 3) Entrega de sellos de reconocimiento a las organizaciones participantes de acuerdo al nivel de avance en la gestión de GEI.

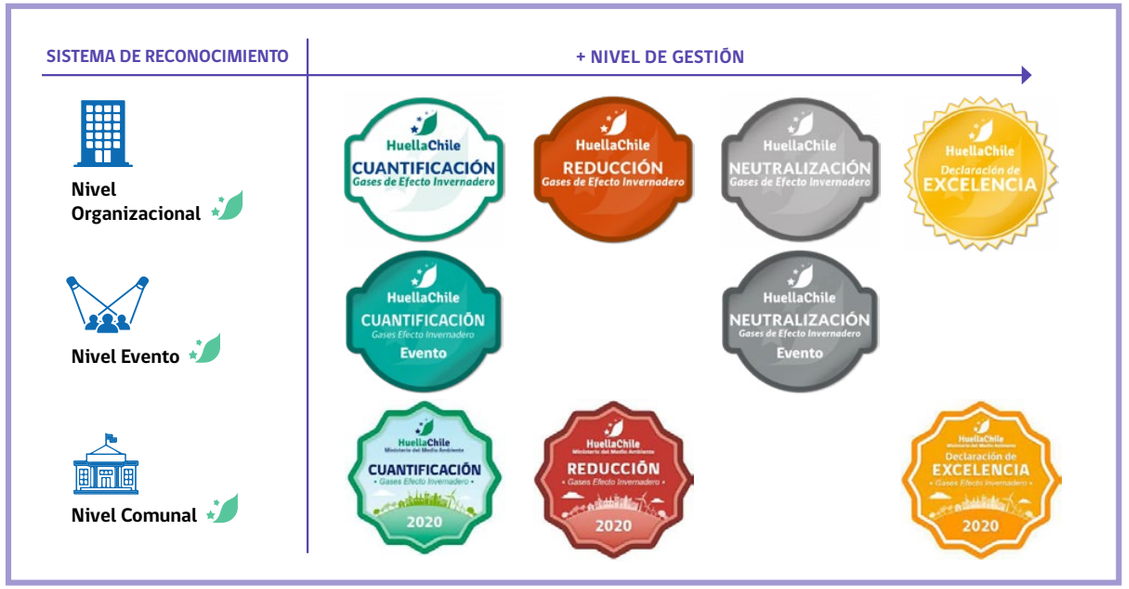


Figura 38.
Sistemas de reconocimiento MRV HuellaChile.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 39.
Esquema de reconocimiento Organizacional.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

[85] Enlace a Huella Chile: https://huellachile.mma.gob.cl/

Hasta abril de 2024 se registra una participación de 1.781 organizaciones de diferentes sectores económicos a nivel público y privado de Chile, descritas porcentualmente en la Figura 40.

Hasta abril del año 2024, la fase de operación el Programa HuellaChile ha entregado un total de 1.630 sellos de reconocimientos, constituidos por: 1.449 sellos de cuantificación, 134 sellos de reducción, 23 sellos de neutralización y 24 sellos por la excelencia en la gestión de GEI. En la Figura 41 se detallan la cantidad de sellos de reconocimiento entregados por año calendario cerrado.

En los últimos años, la cantidad de sellos otorgados por HuellaChile se ha mantenido constante. Sin embargo, desde 2023, con la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático en 2022, se ha evidenciado un aumento sostenido en los reportes de las organizaciones al Programa.

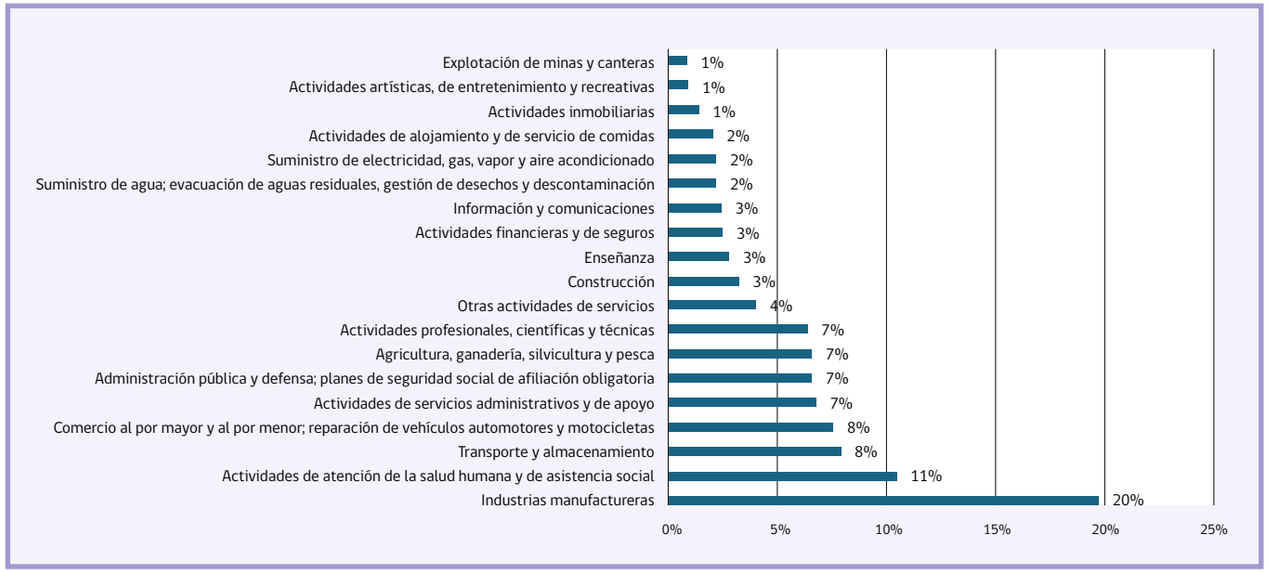


Figura 40. Participación de los distintos sectores en el programa HuellaChile.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

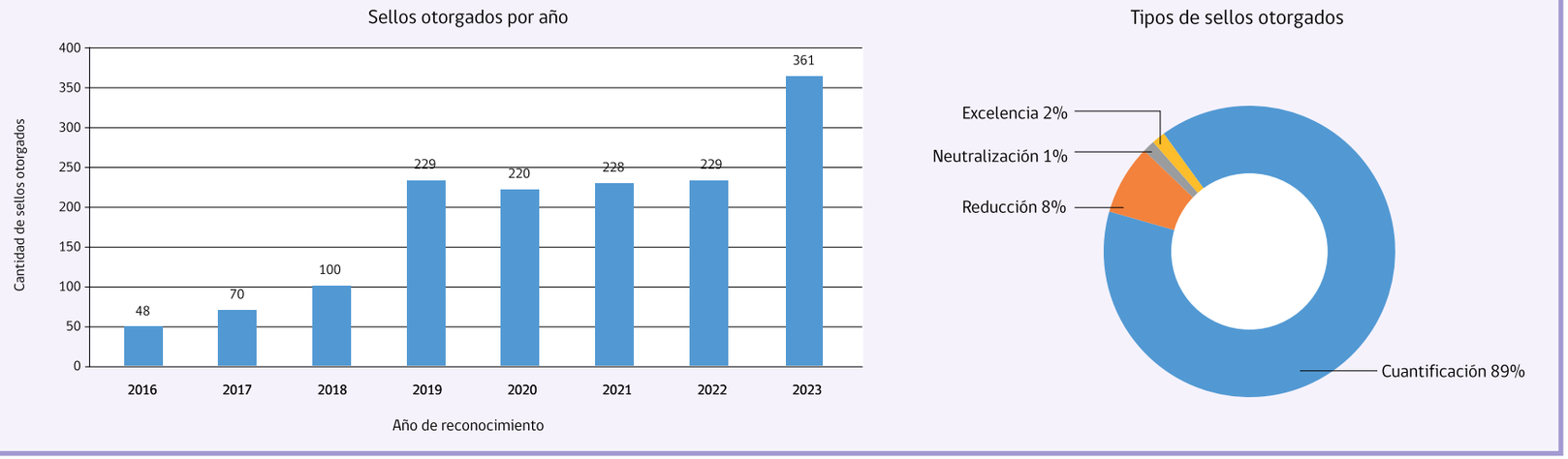


Figura 41.
Sellos de reconocimiento entregados por el programa HuellaChile, 2016-2023.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Considerando los reportes recibidos hasta abril de 2024, se observa un incremento en las emisiones registradas en el MRV HuellaChile, particularmente en las emisiones directas. Este aumento se atribuye principalmente a los reportes de organizaciones con alta intensidad en emisiones de GEI. Además, las emisiones asociadas al año 2022, se distribuyeron de la siguiente manera: 13% emisiones directas (Alcance 1), 3% emisiones indirectas por energía importada (Alcance 2) y 84% otras emisiones indirectas (Alcance 3). En la **Figura 42** se detallan las cantidades de emisiones reportadas y su distribución.

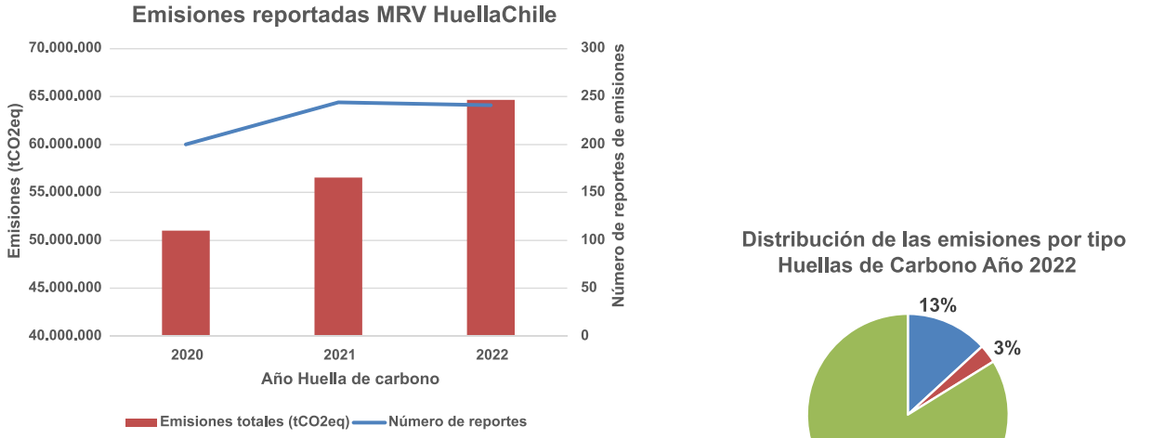


Figura 42. MRV Emisiones HuellaChile.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

En relación con el MRV de reducciones HuellaChile, las organizaciones han implementado diversas medidas de eficiencia energética, como la instalación de luminarias eficientes, sensores de movimiento, variadores de frecuencia, la reconversión de calderas y la sustitución de flotas y equipos por opciones más eficientes. Además, han desarrollado proyectos de electromovilidad y han adoptado energía solar mediante la instalación de plantas fotovoltaicas y colectores solares. También han mejorado la gestión de residuos a través del compostaje de residuos orgánicos y el uso de materiales reciclados en lugar de materiales vírgenes. La **Figura 43**, a continuación, muestra un aumento en las reducciones reportadas, principalmente debido a la declaración de proyectos de reducción de mayor magnitud.

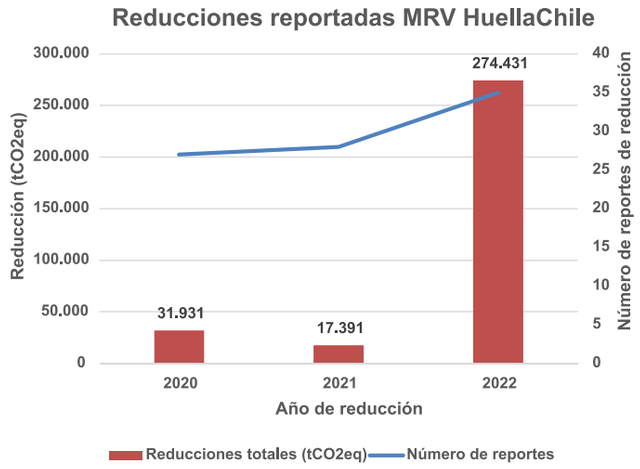


Figura 43. MRV Reducciones HuellaChile.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

Es importante señalar que durante el año 2023 y hasta abril de 2024, las organizaciones participantes del Programa han adquirido un total de 162.540 créditos de carbono con el propósito de obtener el Sello de Neutralización HuellaChile. Estos créditos de carbono provienen en su totalidad de proyectos de reducción de emisiones GEI generadas en Chile.

En los últimos años de operación del Programa, se destacan las siguientes actividades realizadas:

- Actividades de formación: Hasta abril de 2024, se han realizado más de 120 talleres presenciales y virtuales sobre el cálculo y gestión de emisiones de GEI, con más de 5.000 participantes en distintas ciudades del país. Solo en 2023 se llevaron a cabo 19 talleres, capacitando a más de 900 personas.
- Negociación e implementación de metas de gestión de GEI en Acuerdos de Producción Limpia (APL): A la fecha se ha participado en la negociación e implementación de cerca de 40 APL en diferentes sectores económicos. Prestando apoyo y capacitación a las organizaciones participantes para cuantificar su huella de carbono a través de la herramienta de cálculo del programa y aprender a gestionar sus emisiones de GEI a nivel corporativo. Actualmente, el Programa está involucrado en la implementación de 13 APL que se encuentran en alguna etapa de desarrollo.
- En el marco de un Convenio de Colaboración entre CODELCO, el Ministerio del Medio Ambiente y la Corporación Alta Ley, desde 2023 el Programa está desarrollando un nuevo módulo para Productos y Servicios de la Minería. Este proyecto tiene como objetivo armonizar los parámetros de reporte de la Huella de Carbono aceptados por la industria minera, fortaleciendo la comparabilidad mediante un sistema estandarizado de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de emisiones de GEI en el sector. Además, busca proporcionar herramientas técnicas y transferir conocimientos a las organizaciones mineras y sus proveedores, permitiendo una gestión integral y coherente del carbono a nivel de productos, servicios y organización, fortaleciendo así la gestión del carbono en el sector. El proyecto será lanzado en 2024.

Como desafíos de actividades a desarrollar por el programa se encuentran:

- Elaborar y diseñar el reglamento que establezca los criterios, metodologías y requisitos del Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua, comprometido en el artículo 30 de la LMCC.
- Fomentar la generación de factores de emisión locales.
- Implementar un Sistema de Reconocimiento por el uso eficiente del agua.
- Fortalecer la vinculación regional con programas de gestión de GEI que operan en Latinoamérica y El Caribe (LAC).
- Promover una vinculación con iniciativas internacionales, para abordar la carbono neutralidad y cuantificación de las emisiones y reducciones de GEI de actores nacionales.

3.7.4.2 Otras iniciativas de mitigación en el sector privado

El sector privado es un actor fundamental en la mitigación del cambio climático. Por un lado, tiene un potencial significativo para reducir las emisiones de GEI, lo cual es crucial para alcanzar las metas climáticas nacionales, incluyendo la carbono neutralidad para 2050, según lo establecido en la Ley Marco del Cambio Climático y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Por otro lado, el sector privado desempeña un rol importante en la implementación de las políticas públicas de mitigación actuales, definidas en la LMCC.

La información sobre los compromisos de gestión del cambio climático y las acciones de mitigación impulsadas por el sector privado, reportada en esta sección, se sustenta en la recopilación de datos de documentos públicos y plataformas como la de Acción Climática Global (NAZCA)[86]. Esta plataforma sirve como registro de las iniciativas climáticas tanto del sector público como del privado. A través de NAZCA, actores de todo el mundo, incluidos países, regiones, ciudades, empresas, inversores y otras organizaciones, pueden registrar sus compromisos para combatir el cambio climático. Lanzada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la plataforma cuenta con la participación de 39.404 actores, de los cuales 27.484 son organizaciones público-privadas.

Foto: Ilenia Donoso G.

[86] Plataforma NAZCA: https://climateaction.unfccc.int/

A nivel nacional, se reportan 105[87] entidades chilenas en NAZCA, de las cuales 89 son organizaciones público-privadas, 14 son institutos y universidades, y 2 son otras entidades (Figura 44). Del total de organizaciones nacionales que reportan, 66 están registradas en la Alianza de Ambición Climática y Race To Zero, 26 en la Science Based Targets Initiative (SBTi), y 15 en Race to Zero for Universities and Colleges, entre otras iniciativas (Figura 45).

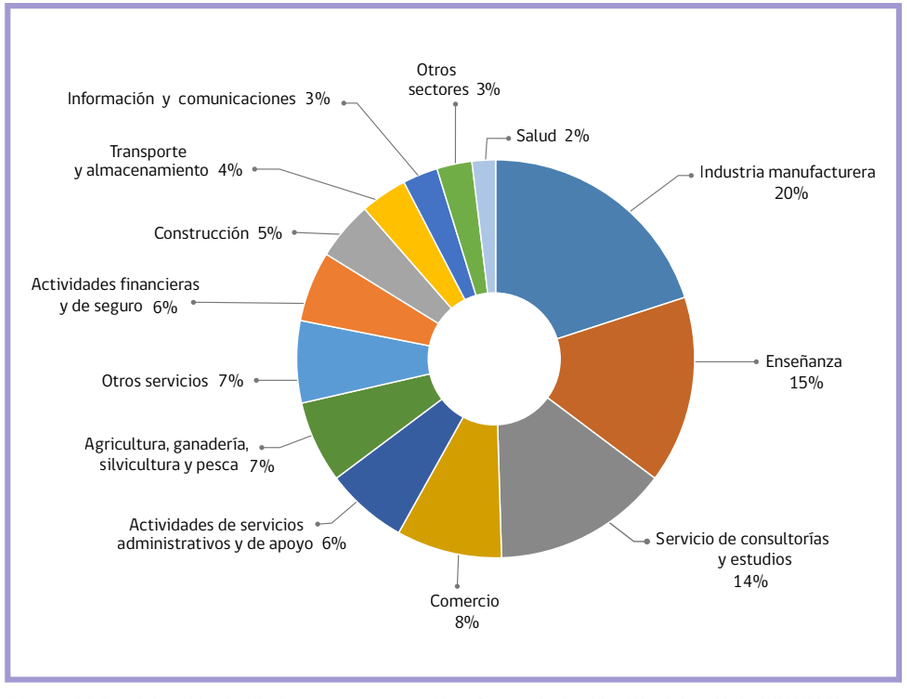


Figura 44. Participación de distintos sectores en Plataforma de Acción Climática Global (NAZCA), distribuidos por rubro (actualizado a junio 2024).

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Plataforma NAZCA.

Figura 45. Participación de organizaciones nacionales en distintas iniciativas de acción climática (actualizado a junio 2024).

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Plataforma NAZCA.

[87] Este número no incluye a las ciudades y regiones. De considerarlas, el número asciende a 141.

En la plataforma NAZCA se reportan 4 tipos de participación diferente: 1) Acciones de mitigación de GEI implementadas, 2) Compromiso a la gestión del cambio climático o neutralidad de emisiones de GEI antes del año 2050, 3) Iniciativas de cambio climático en las cuales participa, y 4) Incorporar Planes de Acción Climática dentro de la organización. Para el caso nacional destaca la reportabilidad y participación conjunta de organizaciones a nivel de compromisos de gestión del cambio climático y neutralidad de emisiones de GEI antes de 2050, junto a la participación en iniciativas de cambio climático, representando un 61% del total de organizaciones nacionales, en la Figura 46 se describe la distribución y tipos de participación de las organizaciones nacionales en la plataforma NAZCA.

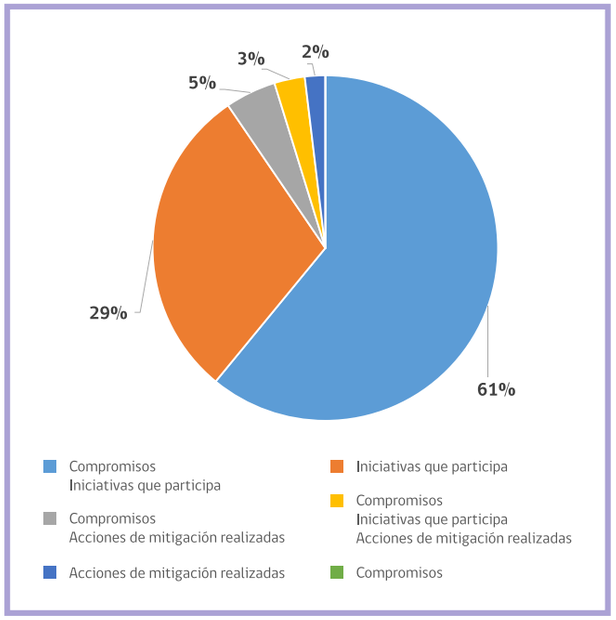


Figura 46. Tipo de participación de organizaciones nacionales en la plataforma NAZCA (actualizado a junio 2024).

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Plataforma NAZCA.

En lo que respecta a los compromisos de mitigación presentados por organizaciones que operan en Chile en NAZCA, se incluyen iniciativas relacionadas con el aumento del uso de energías renovables, la reducción de emisiones aguas arriba y aguas abajo, la disminución de emisiones directas, entre otros. En la Tabla 58 se detallan estos compromisos de mitigación registrados por las organizaciones chilenas.

Tabla 58. Compromisos de mitigación reportados por organizaciones chilenas en NAZCA.

Organización chilena	Compromiso de mitigación
Colbún SA	' Reducir las emisiones directas de CO_2eq en un 40% de 2018 a 2030 ' Producir el 79% de la electricidad a partir de fuentes renovables en 2030, frente al 49% en 2020
Embotelladora Andina	' Reducir las emisiones operacionales de CO_2eq en un 25% de 2016 a 2030 ' Reducir las emisiones de CO_2eq de las actividades aguas arriba y aguas abajo en un 25% de 2020 a 2030
Empresas CMPC	' Reducir las emisiones operacionales deCO_2e en un 50% de 2018 a 2030 ' Reducir las emisiones de CO_2e de las actividades aguas arriba y aguas abajo en un 37% de 2020 a 2035
Enel Américas S.A.	' Reducir las emisiones directas de CO_2eq en un 80% de 2017 a 2030 ' Producir el 99% de la electricidad a partir de fuentes renovables en 2025, frente al 75% en 2022
Enel Chile S.A.	' Reducir las emisiones directas deCO_2eq en un 62% de 2017 a 2025 ' Reducir las emisiones directas de CO_2e en un 80% de 2017 a 2030 ' Producir el 79% de la electricidad a partir de fuentes renovables en 2025, frente al 76% en 2022
Multiexport Foods S.A.	' Reducir las emisiones operacionales de CO_2e en un 20% de 2020 a 2025
Sociedad Química y Minera de Chile SA	' Reducir las emisiones a la mitad para 2030. ' Lograr cero emisiones netas de carbono a más tardar en 2050. ' Reducir las emisiones operacionales de CO_2eq en un 42% de 2021 a 2031. ' Reducir las emisiones operacionales de CO_2eq en un 90% de 2021 a 2040. ' Reducir las emisiones operacionales de CO_2eqen un 90% de 2021 a 2030. ' Reducir las emisiones de CO_2eq de las actividades aguas arriba y aguas abajo en un 70% de 2021 a 2031. ' Lograr que el 90% del consumo total de energía proceda de fuentes renovables en 2040, frente al 0% de 2021.
Viña Concha y Toro S A	' Reducir las emisiones a la mitad para 2030. ' Lograr cero emisiones netas de carbono a más tardar en 2050. ' Reducir las emisiones de CO_2eq de las operaciones y de las actividades aguas arriba y aguas abajo seleccionadas en un 55% de 2017 a 2030.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en Plataforma NAZCA.

Adicionalmente, con base en recopilación de información pública se identificó un total de 10 sectores que reportaron iniciativas y compromisos de acción climática (Tabla 59):

Tabla 59. Detalle de iniciativas de acción climática implementadas por el sector privado.

Sector	Descripción	Iniciativas de acciones de mitigación
Energía	Representados principalmente por la Asociación de Generadoras de Chile, incluye la visión de generadoras, distribuidoras y transmisoras además de programas del gobierno de desarrollo de la industria.	El Plan Energía Zero Carbón tiene como objetivo retirar o reconvertir las centrales termoeléctricas a carbón en Chile para el año 2040. A la fecha, como parte de este plan, se han retirado 8 centrales en todo el país. Entre estas se incluyen la Central Tarapacá en Iquique, las Centrales Bocamina 1 y 2 en Coronel, las Centrales Tocopilla 12, 13 y 14 en Tocopilla, y la Central Ventanas 1 en Quintero y Puchuncaví. Para diciembre de 2024, se espera el cierre de las centrales Mejillones 1 y 2, y Ventanas 2. Además, para diciembre de 2025, se espera la reconversión a biomasa de las centrales Andinas y Hornitos, así como la reconversión a gas de la Central de Infraestructura Eléctrica de Mejillones.
Transporte	El sector transporte se caracteriza por su diversidad, destacándose el transporte ferroviario, representado por Metro y EFE.	EFE ha avanzado en la gestión de emisiones de GEI mediante la cuantificación de su huella de carbono para 2022 y 2023, recibiendo reconocimiento de cuantificación del Programa HuellaChile para el año de reporte 2023. Además, ha establecido un área dedicada a la Gestión de Energía enfocada en planes específicos para la descarbonización, con el objetivo de lograr la neutralidad de carbono para 2035. En 2024, Metro de Santiago ha recibido el reconocimiento HuellaChile por cuantificar su Huella de Carbono, un logro que ha mantenido durante cinco años consecutivos. Además, en 2023 lograron la certificación I-REC del 100% de su matriz energética, influyendo directamente en las emisiones de Alcance 2 de la huella. Actualmente, están desarrollando iniciativas para reducir las emisiones de Alcance 1 y 3 de su huella de carbono, con el objetivo de ser Net Zero para 2050 mediante una trayectoria de reducción de emisiones basada en la ciencia.
Minería	El sector en Chile se puede separar en Gran Minería, y Pequeña y Mediana Minería. SONAMI agrupa más de 3.000 empresarios de ambos grupos y el Consejo Minero representa solo a la Gran Minería (14 socios, 95% de la producción de cobre) incluyendo a la empresa estatal Codelco.	Desde 2023, Codelco, junto con el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la Corporación Alta Ley, se encuentran desarrollando una herramienta que mide, reporta y gestiona la huella de carbono de los proveedores del sector minero. Esta herramienta, que se integrará en el Programa HuellaChile del MMA, ofrecerá un mecanismo estandarizado y trazable para medir las emisiones de gases de efecto invernadero de los productos y servicios de los proveedores de la minería. Actualmente, el proyecto se encuentra en una fase de pilotaje con la participación de 20 proveedores de Codelco. En 2023 se formó la Mesa de Trazabilidad de Emisiones Alcance 3, una iniciativa articulada por Alta Ley, que está conformada por Anglo American, Antofagasta Minerals, BHP, Codelco, Freeport, Glencore, Lundin Mining y Teck y que logra la colaboración entre empresas mineras, proveedores, asociaciones gremiales y otras organizaciones con el propósito de gestionar de forma colaborativa las emisiones de GEI de la industria.
Cementero	El sector agrupa grandes empresas como Cementos Bío Bío, Melón y Polpaico, que cuentan con el respaldo institucional del Instituto del Cemento y Hormigón de Chile (ICH).	La industria del cemento en Chile, en colaboración con la Federación Interamericana del Cemento (FICEM) y el Instituto del Cemento y Hormigón de Chile (ICH), ha avanzado en la creación de una "Hoja de Ruta Cemento y Hormigón 2050". Este documento ha sido respaldado por empresas líderes como Cementos Bío Bío, Melón y Polpaico Soluciones, y se ha desarrollado en el marco del programa acelerador global "Roadmap Cement and Concrete Industry for Net Zero Concrete 2050", iniciado en 2021 por la Global Cement and Concrete Association (GCCA). La hoja de ruta establece 13 compromisos clave para alcanzar la neutralidad de carbono para el año 2050. Estos compromisos incluyen la reducción de las emisiones netas actuales en la producción de cemento, la disminución del factor Clinker, la integración de la economía circular en los procesos de producción, entre otros aspectos fundamentales.
Forestal	El sector agrupa a empresas de toda la cadena productiva incluyendo plantaciones, bosque nativo, transporte, celulosa, tableros, aserradero, puertos e investigación, representados por la Corporación Chilena de la Madera (Corma).	Durante 2023, Corma concluyó los Acuerdos de Producción Limpia (APL) iniciados en 2015, cuyo objetivo era mejorar la eficiencia productiva y promover la gestión ambientalmente sostenible en los siete puertos de la Región del Bío Bío. Estos puertos son fundamentales para la cadena logística del sector maderero, ya que el 70% de sus productos se exportan a través de estos terminales.

Continuación tabla 59

Sector	Descripción	Iniciativas de acciones de mitigación
Agricultura	El sector se encuentra representado por la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), cuyo objetivo es apoyar el emprendimiento en Chile y acciones públicas del sector agrícola y la Asociación de Empresas Exportadoras de Fruta Fresca (ASOEX).	La empresa Copefrut realizó una medición y compensación de todas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo del ciclo de vida de sus manzanas orgánicas. Este análisis incluyó la producción, el procesamiento y el transporte del producto a Estados Unidos y Europa. La compensación de estas emisiones se llevó a cabo mediante proyectos en Chile y Brasil.
Vitivinícola	El sector es representado por la asociación gremial de Vinos de Chile, que en términos de producción y participación en el mercado, se concentra en pocas empresas de gran tamaño, pero a la vez es un sector diverso con gran cantidad de actores, incluyendo proveedores agrícolas hasta del proceso de producción.	En el marco de la estrategia del sector vitivinícola para impulsar a Chile como un productor de vinos Premium y sostenibles, en 2023 se presentó una nueva edición de su Código de Sustentabilidad[88] . Este documento establece requisitos específicos en ámbitos ambientales, sociales y económicos. La adhesión al código es completamente voluntaria y está abierta a todas las empresas del sector vitivinícola. Al 2 de julio de 2024, ya son 90 viñas las que han obtenido la certificación de este código, lo que representa más del 80% del total de las exportaciones de vino embotellado del país.
Pesquero	El sector es representado por Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA) que incluye embarcaciones, procesos, astilleros y exportadores.	En el marco del programa "Redes de América" de SONAPESCA y ALPESCAS, cuyo objetivo es recolectar y reciclar redes de pesca en desuso, Comberplast, Karün y la Sociedad Nacional de Pesca han desarrollado un proyecto piloto en la Región de Los Lagos junto a la Federación de Pescadores de Hualaihué para integrar la pesca artesanal y promover la sostenibilidad. Este primer proyecto de reciclaje de redes para pescadores artesanales en Chile ha logrado entregar lentes ópticos fabricados con redes recicladas, en colaboración con la marca Karün. Además, Nutrición Animal Chile ha sido destacada por su innovador enfoque en el reciclaje de plástico y la elaboración de alimentos para mascotas con productos del mar, abordando la contaminación plástica y la reutilización de subproductos marinos para una alimentación más saludable y sostenible.
Envases y embalajes	El sector es representado por Centro de envase y embalaje (CENEM), la cual apoya técnicamente el desarrollo de la industria participando en toda la cadena de valor: materia prima, aditivos, servicios, fabricantes (70%) y reciclaje.	En 2023, 29 empresas con 33 instalaciones en todo Chile, lideradas por el Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), completaron un Acuerdo de Producción Limpia (APL) promovido por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, que impulsó la economía circular y mejoras ambientales en el sector. Con el respaldo del Ministerio del Medio Ambiente, lograron aumentar el uso de materiales reciclados en sus productos, incrementando el uso de plástico reciclado del 17% al 22% y de papel y cartón reciclado del 62% al 65%, reduciendo más de 17 mil toneladas de emisiones de CO_2 y alcanzando una tasa de valorización de residuos del 80%.
Residuos	El sector es representado por la Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (ANIR) que incluye la participación de 21 socios.	La Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (ANIR) puso en marcha un Acuerdo de Producción Limpia (APL). Este tiene como finalidad impulsar el aumento del reciclaje de residuos industriales, optimizando, de paso, los procesos involucrados y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante la implementación de herramientas de trazabilidad y caracterización. Por otro lado, la Cámara de Comercio de Santiago (CCS), la Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (ANIR), el Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), la Asociación Gremial de Industriales del Plástico (ASIPLA) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) de Corfo dieron inicio a la fase de implementación de un nuevo Acuerdo de Producción Limpia (APL), enfocado en envases y embalajes utilizados en el comercio electrónico. En este APL, se busca generar información base del packaging usado actualmente en el comercio online, con el fin de identificar volúmenes, tipos y destinos de los envíos, así como levantar oportunidades de mejora mediante el ecodiseño, para reducir volumen y peso, facilitar el reciclaje y considerar la sostenibilidad como valor transversal en todo el ciclo de vida de los embalajes.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, basado en análisis de documentación pública.

[88] Código de Sustentabilidad: https://www.sustainable.cl/

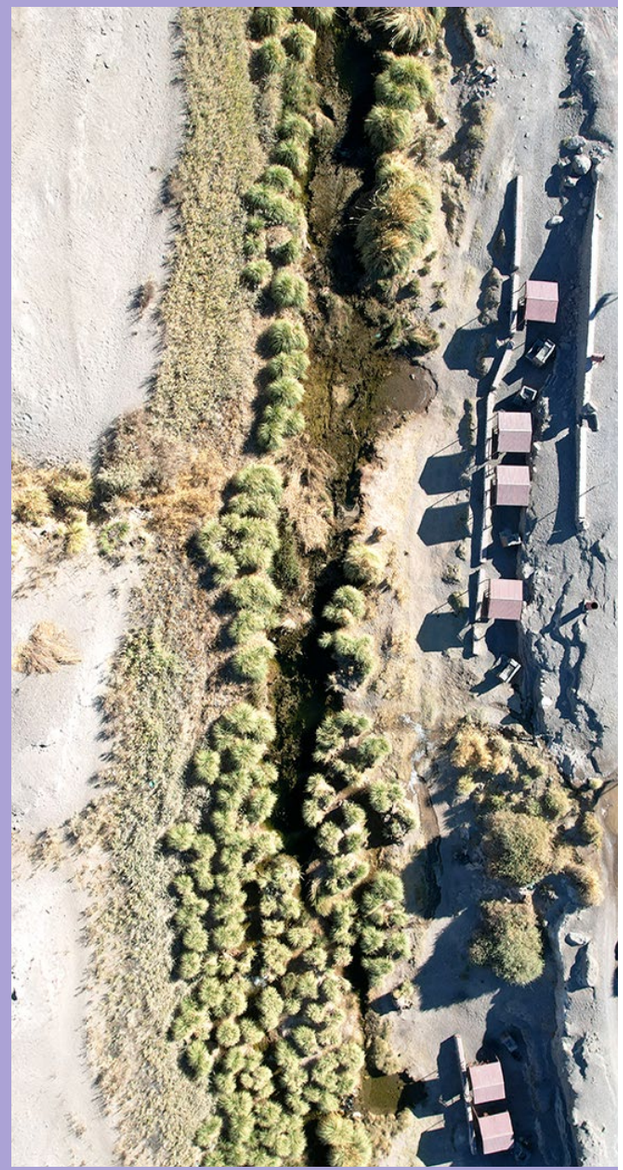


Foto: Tomás Gómez

3.7.5 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 eficientes formas de intensificar la reducción de las emisiones y fomentar los flujos financieros, entre ellas instrumentos basados en el precio al carbono y mercados.

En específico, desde 2017 Chile ha incorporado instrumentos de precio al carbono como parte de su abanico de herramientas para enfrentar la crisis climática, como los impuestos verdes. Su introducción en el ámbito de las políticas públicas ha seguido una ruta de implementación en línea con el desarrollo de capacidades públicas y privadas, lo que ha permitido una adopción eficiente en cuanto a sus objetivos y el diseño, implementación y operación de la infraestructura institucional habilitante para el cumplimiento.

Adicionalmente, desde la publicación de la Ley Marco de Cambio Climático el año 2022, se establecen mandatos para poner en marcha y regular otros instrumentos asociados a precio al carbono y mercado, entre ellos: normas de emisión y su sistema de compensaciones, y el mercado de carbono asociado al artículo 6 del Acuerdo de París.

3.7.5.1 Impuesto Verde y Sistema de Compensaciones

Los principales objetivos de este instrumento son apoyar y complementar los esfuerzos para disminuir la contaminación atmosférica local -el principal problema ambiental de Chile- así como mitigar los gases de efecto invernadero de manera costo eficiente. El impuesto grava las emisiones atmosféricas de contaminantes locales (MP, NO_X y SO_2) y el principal contaminante global (CO_2), en una etapa inicial, de todos aquellos establecimientos con calderas y/o turbinas que en su conjunto sumen una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos).

El 30 de abril de 2018 finalizó el primer año de operación del impuesto verde (2017). Un total de 94 establecimientos afectos, incluyendo 303 fuentes (calderas y turbinas), reportaron sus emisiones y ejecutaron el pago del tributo. La recaudación total ascendió a USD 191,2 millones. El impuesto al CO_2 explicó la mayor recaudación del total (88%). Los impuestos a los contaminantes locales explican el restante 12% (MP (8%); NO_X (3%); y SO_2 (1%)). Respecto de los sectores, la mayor contribución se concentra en el sector de generación de electricidad (94%). Otros sectores contribuyen marginalmente (Celulosa (2%); Agrícola (1%); Pesquero (1%), y otros (2%)).

Posteriormente, el 24 de febrero de 2020 se publica en el Diario Oficial la Ley N°21.210[89] que moderniza la Legislación Tributaria, modificando el artículo 8 de la Ley N°20.780[90]. En ella se modifica el umbral que define a los sujetos afectos, gravando a aquellos establecimientos cuyas fuentes emisoras, individualmente o en su conjunto, emitan 100 o más toneladas anuales de material particulado, o 25.000 o más toneladas anuales de dióxido de carbono.

Asimismo, se establece en el mismo artículo 8, que los contribuyentes afectos al impuesto verde podrán compensar todo o parte de sus emisiones gravadas, para efectos de determinar el monto del impuesto a pagar, mediante la implementación de proyectos de reducción de emisiones del mismo contaminante. Estas reducciones deberán ser adicionales a las obligaciones impuestas por planes de prevención o descontaminación, normas de emisión, resoluciones de calificación ambiental o cualquier otra obligación legal.

[89] Ministerio de Hacienda (2020)
[90] Ministerio de Hacienda (2014)

En cuanto a las emisiones del año 2023, 88 establecimientos reportaron las siguientes emisiones:

Tabla 60. Emisiones por contaminantes en toneladas de los establecimientos bajo el impuesto, serie 2017-2023.

Año	Emisiones por contaminantes - toneladas			
	MP	NO_x	SO_2	CO_2
2017	5.314	50.316	43.771	33.563.919
2018	4.942	50.340	43.732	33.045.180
2019	3.835	47.369	41.761	33.003.130
2020	3.365	45.032	30.335	31.862.476
2021	3.761	47.594	31.217	33.748.562
2022	3.020	40.745	22.376	28.905.652
2023	3.713	110.621	38.222	28.507.357
Total general	**27.950**	**392.017**	**251.414**	**222.636.276**
% variación entre 2017 - 2023	**-30,1%**	**+119,8%**	**-12,7%**	**15,1%**

Fuente: elaboración propia, Superintendencia del Medio Ambiente y Ministerio del Medio Ambiente.

El aumento de 119,8% de NOx, a diferencia de los otros parámetros, refleja el cambio en los criterios de afectación por el cambio en el umbral que define los sujetos afectos, mostrando que hoy en día se regula otros gases con mayor precisión.

Tanto las emisiones de CO_2 como la recaudación han ido disminuyendo en un 3% anual. Si bien estas reducciones no pueden ser atribuidas exclusivamente a la implementación del instrumento, sí ha logrado evidenciar a lo largo del tiempo un comportamiento a la baja en cuanto al impacto ambiental por parte de este grupo de procesos productivos. Finalmente, cabe destacar que 2024 fue primer año de funcionamiento del Sistema de Compensación de Emisiones, que significó la compensación 260 mil toneladas de CO_2 a partir de créditos de reducción de emisiones de ocho proyectos de generación eléctrica renovable.

3.7.5.2 Normas de emisión

La Ley Marco de Cambio Climático incorpora a través de su artículo 14 y 15, la regulación para el establecimiento de normas de emisión de GEI y forzante climático de vida corta, que incluye un mecanismo de cumplimiento flexible a través de la utilización de certificados de reducción o absorción de emisiones, cuya procedencia podría ser el sobrecumplimiento normativo de otros agentes sujetos a regulación, o bien, certificados proveniente de proyectos en Chile que cumplan con los criterios de adicionalidad, medición, verificabilidad y permanencia definidos para su aceptación.

Hoy en día, el reglamento asociado a normas de emisión, que establece la gobernanza y procedimientos para la generación de normas de emisión, se encuentra aprobado con el Consejo de Ministros de Sustentabilidad y Cambio Climático. Mientras que el reglamento para la regulación del funcionamiento del sistema de compensaciones de normas de emisión se encuentra en desarrollo, no obstante, la infraestructura institucional necesaria para su funcionamiento seguiría las sinergias naturales que actualmente desarrolla el sistema de compensaciones del impuesto verde.

En este sentido, el desafío de la institucionalidad ambiental recae en el establecimiento de una gobernanza y el diseño de un *Policy Mix* efectivo entre este y los otros instrumentos de precio al carbono y mercado, de manera de articular y potenciar la naturaleza costo eficiente de este tipo de instrumentos.

3.7.5.3 Mecanismos de mercado de carbono de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

El mercado de carbono se puede convertir en una herramienta relevante para facilitar la lucha contra el cambio climático, que debe ser regulada de forma precisa salvaguardando el medioambiente y los derechos de la sociedad. En este contexto, es esencial comprender tanto los desafíos como las oportunidades que presentan los mecanismos del mercado de carbono del Artículo 6 del Acuerdo de París, en Chile.

En Chile, con el fin de poder sentar las bases para el uso del Artículo 6, se han establecido lineamientos en las leyes y regulaciones chilenas que hacen referencia a él y están vinculadas al cambio climático. Por ejemplo, Chile en su NDC publicada en 2020, reconoce que *"el Artículo 6 del Acuerdo de París, es un mecanismo que puede permitir a los países implementar acciones de mitigación de manera costo-efectiva, así como adelantar la implementación de nuevas tecnologías, a través de la colaboración voluntaria con otras partes, por ejemplo, a través de la transferencia internacional de resultados de mitigación. Asimismo, es el único artículo que posibilita y/o promueve la participación del sector privado, clave para aumentar la ambición".* Y señala, a nivel nacional, que en 2020 se conformaría una mesa públi-

co-privada para determinar una política específica para el uso de mercados, teniendo en consideración guías claras que preserven la integridad ambiental, eviten la doble contabilidad y fomenten el desarrollo sostenible. Esto también se complementa en la Ley N°21.455 o Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) que señala en su Artículo 15 (De los certificados de reducción o absorción de emisiones de gases efecto invernadero), que: "Adicionalmente, en el marco de la cooperación establecida a nivel internacional en el artículo 6° del Acuerdo de París, el Ministerio del Medio Ambiente regulará los certificados de reducción o absorción de emisiones, promoviendo el desarrollo sustentable, integridad ambiental, transparencia y la aplicación de una contabilidad robusta. Un reglamento expedido por el Ministerio del Medio Ambiente determinará las condiciones y requisitos necesarios para tal efecto, considerando lo que establezca el Libro de Reglas del Acuerdo de París, así como lo dispuesto en el inciso primero de este artículo".

Para cumplir con lo establecido en la NDC y la LMCC, el Ministerio de Energía convocó al *Task Force* Interministerial sobre el Artículo 6 (TFA6) en febrero de 2020, con el objetivo principal de impulsar un debate interno que sentase las bases para una Política Nacional de Uso del Artículo 6 del Acuerdo de París que, entre otros, orienta la eventual negociación de acuerdos bilaterales o multilaterales del Estado de Chile y otras jurisdicciones. Esta mesa está conformada por los ministerios de Energía, de Relaciones Exteriores, del Medio Ambiente, de Hacienda y de Agricultura, y desde 2022 es presidida por el Ministerio del Medio Ambiente.

El trabajo en 2020 y 2022 realizado por la TFA6 dio origen a dos documentos: "Lineamientos de Base para una Política Nacional de Uso de Artículo 6: Sistematización de los Diálogos del Task Force Interministerial de Artículo 6" e "Insumo para la Política Nacional de Uso de Artículo 6 – Task Force Interministerial Art. 6".

En línea con este trabajo, el Ministerio del Medio Ambiente en 2023 desarrolló una Mesa Extendida del Artículo 6 del Acuerdo de París, con cerca de 50 instituciones representantes del sector público, sector privado y organizaciones de la sociedad civil, donde se buscaba generar una instancia de diálogo constructivo que permitiera tener la perspectiva de todos los actores clave involucrados en el proceso, tanto en el funcionamiento de los mercados de carbono para considerarlo como insumo para el desarrollo del reglamento nacional del artículo 6 del Acuerdo de París.

Con los insumos mencionados anteriormente, el Ministerio del Medio Ambiente comenzó el desarrollo del reglamento que establece las condiciones y requisitos necesarios relativos a los certificados de reducción o absorción de emisiones en el marco de la cooperación establecida a nivel internacional en el artículo 6° del Acuerdo de París, el cual cerró su proceso de consulta pública el 11 de junio de 2024. Este reglamento, presenta gobernanza y procedimientos para la implementación de los mecanismos de mercado de carbono del artículo 6.2 y 6.4 del Acuerdo de París.

Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto y Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París

Desde que Chile ratificó el Protocolo de Kioto en 2002, ha participado activamente en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y se ha convertido en un actor relevante de los proyectos registrados en Latinoamérica y el mundo. En 2003 estableció su Autoridad Nacional Designada (AND), de acuerdo con la modalidad y procedimientos del MDL, que cuenta con un comité técnico, presidido por el MMA, encargado de revisar y evaluar los antecedentes de cada proyecto para otorgar la Carta de Aprobación Nacional (LoA), responder a otros requerimientos de parte de los participantes, y dar cuenta de que los proponentes de proyectos participan del MDL de forma voluntaria y de que las actividades del proyecto contribuyen al desarrollo sustentable del país.

Desde 2003 al 1 de junio de 2023, la AND de Chile ha otorgado Carta de Aprobación Nacional a 195 proyectos, de los cuales 111 se mantienen registrados ante la Junta Ejecutiva del MDL y 6 han sido rechazados o retirados. En los primeros años, la presentación y registro de proyectos fue mayor que en los últimos años, presentando un máximo de registros anuales en 2012, sin embargo, desde junio del 2023 este mecanismo ha cesado el registro de nuevos proyectos, con miras a la transición hacia el mecanismo del artículo 6.4 del Acuerdo de París.

En cuanto a los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) emitidos, 48 proyectos registrados generaron un total de 37 millones de CER, representando el 1,7% de los CER emitidos en el mundo y el 11,4% en Latinoamérica, lo que posiciona a Chile como el sexto país con más CER emitidos en el mundo y el segundo en Latinoamérica.

Basado en ello, hasta el 31 de diciembre de 2023 se solicitó a la secretaría de la CMNUCC la transición de 43 proyectos, en su mayoría proyectos de energía solar, biomasa e hidroeléctrica, se rechazó la transición de 4 proyectos y aún se encuentran dos proyectos a la espera del documento de diseño. Es importante resaltar que de los 43 proyectos que se encuentran a la espera de la carta de aprobación de la Autoridad Nacional Designada, dos representan programas de actividades de energía renovable.

Tabla 61. Tipología de proyectos que solicitan transición del MDL al Mecanismos de Acreditación del Acuerdo de París.

Tipología proyecto	Transición	Rechazados	Espera documento de diseño
Ácido Sulfúrico	1		
Biomasa	8		
Captura de Biogás	2	2	
Destrucción de N_2O	2		
Energía Eólica	5	1	1
Energía Geotérmica	1		
Energía Renovable	1		
Energía Solar	14		
Hidroeléctrica	7	1	
Hidroeléctrica de pasada	1		1
Purificación de agua	1		
Total	**43**	**4**	**2**

Fuente: elaboración propia, Autoridad Nacional Designada del Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París de Chile.

Mecanismos de mercado de carbono del artículo 6.2 del Acuerdo de París

El mecanismo establecido en el artículo 6.2 del Acuerdo de París, específicamente, habilita acuerdos entre países parte del Acuerdo de París basados en una cooperación voluntaria, que posibilita la transferencia internacional de los resultados de mitigación entre estos a través de certificados de reducción o absorción de emisiones, llamados Resultados de Mitigación Transferido Internacionalmente "RMTI" o "ITMO".

En este mecanismo, Chile ha informado dos memorándums de entendimiento: uno con Suiza y otro con Singapur, ha firmado un acuerdo de implementación vinculante con Suiza, y se encuentra en transición del acuerdo firmado con Japón bajo el Protocolo de Kioto hacia el Acuerdo de París.

En el marco del acuerdo de implementación entre Chile y Suiza, el Ministerio de Medio Ambiente a junio de 2024 ha emitido 5 cartas de interés para actividades de mitigación, que abarcan desde buses eléctricos a almacenamiento de energía *standalone.*

3.7.5.4 Partnership for Market Implementation

El proyecto Partnership for Market Implementation (PMI) es una iniciativa impulsada por el Banco Mundial en alianza con países donantes, para apoyar el financiamiento de la implementación de instrumentos de precios al carbono en países que requieran de ayuda financiera para tales efectos y que cumplan con los requisitos establecidos por la asamblea.

Esta etapa da continuidad al proyecto Partnership for Market Readiness (PMR), iniciativa que colaboró con financiamiento para la preparación de mercados e instrumentos de precios al carbono entre 2011 y 2021, donde Chile fue uno de los 23 países beneficiarios, accediendo a un fondo de 3 millones de dólares, que contribuyeron en la implementación de los impuestos verdes.

El PMI fue lanzado en 2021 y se espera que apoye a 30 países y jurisdicciones en el diseño, prueba e implementación de instrumentos de precio al carbono, para lograr sus metas de NDC y estrategias de descarbonización de largo plazo. También apoyará a los países en la operacionalización del Artículo 6 del Acuerdo de Paris, entre otros.

El presupuesto asociado a esta etapa por país sería de 5 millones de dólares, a ejecutar en un periodo de 3 años que, de acuerdo con las estimaciones realizadas a la fecha, en el caso de Chile debería ser entre 2024 y 2026.

En abril de 2021, Chile presentó al Banco su Expresión de Interés (*EoI,* por sus siglas en inglés), basada en tres pilares correspondientes a: PILAR I- Implementación y sofisticación de un mix de precios al carbono nacional, PILAR II- Chile en los mercados internacionales de carbono y PILAR III- Estrategia de comunicación.

La *EoI* fue aprobada en julio de 2021 por el Banco Mundial y a partir de eso se inició el proceso de preparación de la postulación al financiamiento PMI. Cabe mencionar que, a fines de 2021 el Banco otorgó financiamiento para la preparación de la propuesta a través de la contratación de cuatro consultorías por parte del Ministerio del Medio Ambiente, consultorías de apoyo al Ministerio de Energía y de un consultor que prepare la propuesta completa.

El punto focal ante el Banco es el Ministerio de Energía, con participación vinculante de los Ministerios del Medio Ambiente y Hacienda. Para la ejecución de actividades específicas de distintos actores como la Superintendencia del Medio Ambiente, CONAF, entre otros, se requiere de la firma de acuerdos específicos de roles y responsabilidades, tal como se hizo durante el PMR.

La propuesta oficial fue presentada al Banco Mundial durante marzo de 2022 y actualmente ya se encuentra firmada desde junio de 2024, habilitando el proceso de implementación del plan de trabajo a través de todos los actores en junio de 2024. Se espera que este instrumento, habilite el desarrollo de los registros necesarios para la implementación de los instrumentos de precio al carbono y mercados.

3.7.5.5 Modernización Tributaria

Con la aprobación del Ley N°21.210[91], durante febrero de 2020, cuyo objetivo es modernizar la legislación tributaria, se aprobaron modificaciones específicas para el impuesto verde, las

[91] Ministerio de Hacienda (2020)

cuales buscan generar incentivos a la reducción de emisiones. La entrada en operación de las modificaciones al impuesto verde será efectiva durante 2023 (3 años a partir de la publicación de la Ley que moderniza el sistema tributario).

Las modificaciones al impuesto verde sobre fuentes fijas son las siguientes:

i. Cambian los criterios para determinar a los establecimientos afectos.

Desde el periodo de operación 2023, la determinación de los establecimientos afectos al impuesto se establecerá a través de la cantidad de emisiones que cada uno de estos genere durante el año. Los umbrales de afectación corresponderán, de manera complementaria a 25.000 t CO_2/año o 100 t MP/año. De esta manera se resguarda el principio de doble finalidad del impuesto verde: (i) atender el principal problema ambiental del país, que es la contaminación atmosférica, y (ii) hacer frente al fenómeno del cambio climático, principal problema ambiental a nivel global.

Además, se profundiza el sentido ambiental del impuesto verde, estableciendo un gravamen en función de aquellas emisiones efectivas, independientemente del tamaño o características de la tecnología y la estacionalidad operativa de las fuentes.

La modificación permite concentrar esfuerzos sobre aquellos grandes emisores de contaminantes locales y globales, generando incentivos continuos a reducir sus emisiones, con tal de no sobrepasar los límites anuales que determinan su afectación, a diferencia de la situación actual, donde se determina la afectación de cada establecimiento de manera previa y en función de criterios tecnológicos, lo cual, en algunos casos, no tiene relación directa con sus emisiones.

ii. Compensación de emisiones contra impuesto verde (Offsets).

Se incorpora un nuevo instrumento, que potencia el objetivo ambiental del Impuesto Verde, al incentivar directamente, a través de la rebaja impositiva, la implementación de proyectos de reducción de contaminantes en otros sectores de la economía, que busquen y aseguren la reducción de contaminantes locales y CO_2.

Su justificación es la siguiente:

- Para contaminantes globales, como el CO_2, no existe tecnología de abatimiento, y aquella destinada a la captura es altamente costosa y muchas veces inviable.
- Para los contaminantes locales, no existen incentivos de ir más allá de la posibilidad de reducción que ofrecen los actuales sistemas de abatimiento.

Ambas limitaciones impiden la generación de sinergias y complementariedades entre distintos sectores de la economía en cuanto a la reducción de emisiones.

3.7.5.6 Instrumentos asociados al Precio Social del Carbono

La División de Evaluación Social e Inversiones (DESI) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) está encargada de normar el proceso de inversión pública en Chile a través metodologías, normas y procedimientos que orientan la formulación, ejecución y evaluación de las Iniciativas de Inversión (IDI) que postulan a fondos públicos.

El principal marco legal que respalda la operación del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) y su relación con el cambio climático, corresponde a la Ley N°20.530[92] que crea el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Artículo 1, el cual indica que corresponderá también a este Ministerio evaluar las iniciativas de inversión que solicitan financiamiento del Estado, para determinar su rentabilidad social, y velar por la eficacia y eficiencia del uso de los fondos públicos y la disminución de los efectos adversos del cambio climático. De manera que respondan a las estrategias y políticas de crecimiento, y desarrollo económico y social que se determinen para el país.

Considerando la orgánica del MDSF, a continuación, se actualiza el precio social del carbono y se incorpora un apartado relacionado con avances en el precio social del agua.

Precio social del carbono

El precio social del carbono se establece como un instrumento económico destinado a fomentar proyectos de inversión pública con bajas emisiones de carbono, en línea con la mitigación del cambio climático. Su inclusión en la evaluación social intenta incorporar la valoración de las externalidades relacionadas con las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El precio social del carbono se aplica a proyectos que implementan medidas de mitigación del cambio climático, como eficiencia energética y reducción de la huella de carbono, así como a proyectos que, no contribuyendo necesariamente a la mitigación, dispongan de métodos de cálculo de sus emisiones.

En 2024, se recalculó el precio social del carbono a través del estudio "Estimación del precio social del carbono para la evaluación de la inversión pública en países de América Latina y el Caribe", respaldado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el marco del programa EUROCLIMA+. Este estudio adoptó el método de la curva de costo de abatimiento, elegido como el más adecuado para representar la disposición a pagar de Chile por evitar la emisión de cada tonelada de carbono. Este enfoque se ajusta al compromiso de política pública de mitigación del cambio climático, reflejado en la actualización de la NDC para el año 2020.

[92] Ministerio de Planificación (2011)

El estudio recomendó una estrategia de precio social del carbono que interpola linealmente entre el valor de 32,5 USD/t CO2 eq asociado al 2020 —año de publicación de las NDC de Chile— y los 264,15 USD/t CO2 eq, asociados al 2050 —año objetivo para alcanzar la carbono neutralidad—. Lo anterior da como resultado un valor de 63,4 USD/t CO2 para el año 2024, equivalente aproximadamente a 1,524 UF/t CO2 (al 31 de diciembre de 2023). Considerando un valor de la UF de $36.789,36 al 31 de diciembre de 2023, se puede calcular el precio social del carbono en pesos chilenos, como se muestra en la Tabla 62.

Tabla 62. Precio Social del Carbono 2024 (CLP/tCO_2eq).

TIPO	PRECIO SOCIAL CO_2eq
VALOR	56.083 CLP

Fuente: elaboración propia, Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Precio social del agua

El precio social del agua se considera un producto estratégico que debe ser objeto de un estudio detallado en el futuro próximo debido a su vital importancia para la sociedad y el medio ambiente. Aunque aún no se han logrado avances significativos en esta materia, se pretende realizar un estudio exhaustivo a corto plazo. La gestión adecuada del recurso hídrico es esencial para garantizar el acceso equitativo y sostenible, así como para enfrentar los desafíos derivados del cambio climático y el crecimiento demográfico. Este estudio, a realizarse por parte de MDSF, permitirá una mejor planificación y políticas públicas que promuevan el uso eficiente y la conservación de este recurso indispensable.

3.7.6 Monitoreo, reporte y verificación (MRV) relacionados a la mitigación

Para poder trabajar en el cumplimiento de las metas de la NDC, en junio de 2022 se promulgó la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), la cual crea y reconoce de manera vinculante una serie de instrumentos de gestión del cambio climático (IGCC) que permitirán la acción climática en el país para lograr el cumplimiento de los compromisos internacionales. Al respecto, la LMCC en su artículo 5 señala que como contenido de la ECLP deben establecerse "criterios de monitoreo, reporte y verificación del cumplimiento de metas y medidas de los IGCC, los planes sectoriales de mitigación y adaptación, definidos de acuerdo con los requerimientos de los compromisos internacionales de Chile y velando por la transparencia del seguimiento, calidad y coherencia de los datos reportados". Al mismo tiempo, la LMCC indica que deben incluirse indicadores de MRV en los contenidos mínimos de los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM), Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC), y Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

Hasta el momento, existen diversos esfuerzos y desarrollos de sistemas de MRV en el país relacionados a la mitigación que han sido diseñados en etapas previas a la creación de la LMCC, por lo que no están vinculados al seguimiento de los IGCC señalados por la LMCC. Por lo tanto, el país tiene el desafío de establecer un sistema nacional de seguimiento de los IGCC en materia de mitigación del cambio climático. Sin embargo, en esta línea de trabajo el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con avances, en particular respecto del seguimiento de las medidas de mitigación de los PSM (ver sección 3.7.6.3).

A continuación, se presentan definiciones generales respecto de los sistemas de MRV en mitigación, se da cuenta del estado de avance de los sistemas de MRV en mitigación actualmente en operación, luego se profundiza en el sistema de MRV de medidas de mitigación de los PSM, y se finaliza con un apartado sobre la Iniciativa IFCMA y el caso piloto de Chile.

3.7.6.1 Definiciones introductorias sobre sistemas MRV de mitigación

Un sistema es un conjunto de elementos interconectados que tiene una función o propósito en común. De esta forma, muchas de las interconexiones en sistemas operan a través de flujos de información, los cuales se mantienen unidos a los sistemas, lo que implica que sin flujos de información, no existe el sistema[93]. De esta manera, un sistema MRV de mitigación es un sistema que incorpora procesos de monitoreo, reporte y verificación orientados a la evaluación y seguimiento de la mitigación frente al cambio climático.

Si bien, la mención de los indicadores de MRV en la LMCC da cuenta de la relevancia del seguimiento de los IGCC, es importante señalar que la definición de indicadores es solo un elemento o proceso de lo que implica diseñar e implementar un sistema de MRV. Definir un sistema de MRV, de mitigación, conlleva diseñar lineamientos, es decir, establecer aquello que se buscará monitorear (p.ej. reducciones de emisiones de medidas de mitigación nacionales y/o subnacionales, emisiones), la temporalidad con la que se aplicará el MRV, los roles y responsabilidades, la selección y monitoreo de indicadores, el formato de reporte y quienes recibirán la información, metodologías de cálculo, procesos de verificación, entre otros.

Por lo tanto, para que un sistema de MRV sea reconocido como tal, sus elementos, conexiones, funciones y propósitos deben estar debidamente documentados por medio de reglas o reglamentos y procedimientos reconocidos por los actores del propio sistema, logrando de esta manera incrementar la transparencia.

[93] Meadows (2008).

Pueden existir sistemas MRV de mitigación dirigidos a un seguimiento *ex ante* (previo a la implementación) y otros enfocados en el seguimiento ex post (posterior a la implementación), y cada uno de ellos puede tener distintos tipos de procesos de monitoreo, reporte y verificación. La definición de cada uno de estos procesos proviene de los "Lineamientos del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de medidas de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación"[94], la cual se basa en definiciones generales del WRI[95], en coherencia con las definiciones establecidas en el capítulo MRV de la ECLP y con la Guía para la elaboración de los PSM[96] , la que se presenta a continuación:

- **Proceso de monitoreo:** se refiere al monitoreo o medición de datos e información acerca de emisiones y medidas de mitigación. El monitoreo se puede realizar a través de datos directamente medidos, recopilación de datos o estimaciones (cálculos)[97] . Durante la etapa de monitoreo la acción principal corresponde a la medición y/o la recopilación de los datos para la evaluación de los indicadores previamente definidos. Los indicadores pueden medir la ejecución de la medida (seguimiento del avance en su implementación) o pueden corresponder a indicadores de sus resultados (determinan si cumple o no los objetivos de reducción de emisiones y de otras metas definidas ex ante)[98] .

- **Proceso de reporte:** compilación de la información monitoreada en formatos estandarizados para hacerla accesible a una variedad de usuarios y facilitar la divulgación pública de información[99] . En el reporte se busca presentar un informe con la consolidación de los datos e información recopilada en la etapa de monitoreo, de manera de realizar un seguimiento de los indicadores medidos, es decir, presentar la metodología de monitoreo, los supuestos realizados, resultados obtenidos y conclusiones[100] .

- **Proceso de verificación:** someter periódicamente la información reportada a alguna forma de revisión, análisis o evaluación independiente, para establecer su integridad y confiabilidad. La verificación ayuda a garantizar la precisión y el cumplimiento de los procedimientos establecidos y puede proporcionar una retroalimentación significativa para futuras mejoras[101] . Puede realizarse a través de medios de verificación, que permiten acreditar el cumplimiento de compromisos y/o indicadores. De esta forma, la etapa de verificación evalúa el nivel de confianza de la información presentada en la etapa de reporte, es decir, su relevancia, completitud, precisión, coherencia, transparencia y posibles errores[102] .

A nivel internacional, desarrollar sistemas MRV de mitigación contribuye a la transparencia y a los requerimientos de reporte ante la CMNUCC. A nivel nacional, contribuye a entender las fuentes de emisiones y absorciones, poder establecer estrategias de mitigación adecuadas, evaluar su impacto y hacer seguimiento de los compromisos de mitigación, entre otros aspectos.

3.7.6.2 Estado de avance de los sistemas de MRV en mitigación actualmente en operación

El país cuenta con experiencia en el desarrollo de sistemas de MRV en mitigación. En la Tabla 63 se presentan los sistemas en operación actualmente y una breve descripción. En el *"Anexo 2: Descripción de sistemas de MRV en mitigación actualmente en operación"* se detallan más informaciones sobre dichos sistemas.

Foto: Jorge Ramirez

94 Ministerio del Medio Ambiente (2024b)
95 WRI (2016)
96 Ministerio del Medio Ambiente (2024c)
97 WRI (2016)
98 Ministerio del Medio Ambiente (2024b)
99 WRI (2016)
100 Ministerio del Medio Ambiente (2024b)
101 WRI (2016)
102 Ministerio del Medio Ambiente (2024b)

Tabla 63. Estado de avance de sistemas e iniciativas MRV de mitigación.

Nombre del sistema o iniciativa MRV e institución responsable de su funcionamiento	Descripción
MRV del Programa de gestión del carbono HuellaChile: Emisiones **Ministerio del Medio Ambiente**	HuellaChile cuenta con un sistema de MRV de emisiones - Plataforma web MRV HuellaChile con módulos de cuantificación de huella de carbono organizacional, reporte de proyectos de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y cuantificación de huella de carbono de eventos, operativa en servidores del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) e integrada(s) a la plataforma web Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (VU RETC) del MMA. Por medio de la implementación del proyecto ICAT Chile, se diseñó un sistema de MRV para la contabilidad de emisiones de GEI a nivel territorial con gobiernos locales (municipalidades). El sistema de plataforma será anexado al actual sistema MRV de HuellaChile inserto en VU-RETC, se espera poner en operación a partir del 2025.
MRV del Programa de gestión del carbono HuellaChile: Reducciones **Ministerio del Medio Ambiente**	Plataforma web de Acciones de Mitigación para organizaciones públicas y privadas. Y a partir del 2025, una plataforma de acciones de mitigación agregadas a nivel comunal.
MRV de NAMA de Acuerdos de Producción Limpia **Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC)**	Un Acuerdo de Producción Limpia es el convenio celebrado entre un sector empresarial y los órganos de la administración del Estado, cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas y así contribuir al desarrollo sustentable de las empresas. El sistema de Medición, Reporte y Verificación de la NAMA APL responde a la necesidad principal de reportar la estimación de los efectos en emisiones de gases efecto invernadero de los compromisos voluntarios adoptados entre organizaciones público y/o privadas y el Estado de Chile. La medición y estimación de impactos de los APL inicia con la definición de las acciones a ejecutar en cada APL, así como los datos a registrar que permitan estimar los cambios logrados con la implementación de dichas acciones. La recolección de datos es realizada por cada empresa en los establecimientos que son parte del APL. Posteriormente, han ocurrido diferentes escenarios para la entrega de los datos una vez que han sido levantados por las empresas individuales. Una vez obtenidos los datos, estos deben ser sistematizados en una planilla de cálculo y clasificados de acuerdo a categorías coherentes con las existentes en el inventario nacional de gases efecto invernadero, de tal manera de poder utilizar los factores de emisión correspondientes. En el caso de categorías no asociadas al inventario nacional, los datos son categorizados de manera que se puedan comparar entre empresas y que faciliten su posterior valorización o asignación a un ODS. Asimismo, todos los datos son convertidos a una única unidad base, la cual depende de la categoría. Posteriormente se aplican cálculos para la estimación de escenarios con y sin el APL.
MRV de la Unidad de Recursos Energéticos de la División de Energía Sostenible **Ministerio de Energía**	El sistema MRV es de tipo bottom-up, es decir, contabiliza la reducción de emisiones de GEI estimadas de forma independiente de cada proyecto de energía renovable que se identifique. Para ello, se han desarrollado dos acercamientos basados en principios metodológicos similares, con el fin de abarcar proyectos de energías renovables para autoconsumo e iniciativas de energías renovables conectados a la red de transmisión.
MRV Comuna Energética **Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía**	Propósito para la elaboración del MRV: valorizar los impactos positivos del Programa y además vincular las reducciones potenciales a mecanismos de compensación y/o certificados de carbono en mercados nacionales o internacionales. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de reducciones de emisiones de emisiones de GEI para Comuna Energética, el cual en términos generales consideró: la definición de aspectos institucionales, de coordinación y recursos humanos para el sistema MRV; consideraciones sobre la doble contabilidad y propiedad de las reducciones de emisiones; el desarrollo de una herramienta de cálculo MRV; la ejecución de un Taller de la herramienta del MRV; y la elaboración de una propuesta de estructura y contenidos de capacitación. Comuna Energética promueve de manera sistemática el desarrollo energético local sostenible y el fortalecimiento a la gestión energética municipal en las comunas de Chile, a modo de avanzar en la mitigación al cambio climático, la resiliencia de los territorios e impulsar la competitividad y productividad del sector energía. Para lo cual, apoya a los municipios a elaborar estrategias energéticas locales con planes de acción ideados desde la comunidad, otorgando el Sello Comuna Energética a aquellos municipios que presentan avances significativos en su gestión energética local. Asimismo, y como impulso a la acción energética, fomenta un mercado de inversión energética local, generando las condiciones que acerquen a los hogares y actores locales al negocio de la energía, promoviendo la implementación de los proyectos energéticos locales levantados en los planes de acción.

Continuación tabla 63

Nombre del sistema o iniciativa MRV e institución responsable de su funcionamiento	Descripción
MRV de la Certificación de Ahorro de Proyectos Energéticos (CAPE) **Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía**	Actualmente, la Agencia de Sostenibilidad Energética administra la Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos (CAPE), basada en un mecanismo estándar (Protocolo Internacional IPMVP), que busca facilitar el reporte de información de los resultados energéticos y de mitigación de GEI obtenidos tras la implementación de un proyecto energético que tiene por objetivo la reducción de consumo energético. La Certificación está diseñada para que empresas, instituciones, organismos o similares, que cuenten con proyectos energéticos en sus instalaciones, puedan validar las reducciones de consumo reales como consecuencia de su implementación, tanto en términos energéticos como en emisiones. En la certificación participan 3 actores principales: ‣ Entidad Administradora (Agencia de Sostenibilidad Energética): Ente encargado de administrar el mecanismo CAPE. Es quien revisa las evaluaciones y emite los Certificados de Ahorros de Energía Anual. ‣ Evaluador CAPE: Persona natural acreditada por la Entidad Administradora del mecanismo CAPE, sea trabajador dependiente o independiente. Es el encargado de evaluar y verificar que la información declarada por el Cliente sea verídica, en base a los mecanismos y reglamentos propios de la Certificación. También es responsable de enviar la información evaluada de las diferentes etapas, para que sea revisada por parte de la Agencia. ‣ Cliente: Persona jurídica (organización) que solicita a la Entidad Administradora certificar los ahorros de un proyecto energético en particular.
MRV de impuesto verde: emisiones afectas **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)**	El diseño e implementación del sistema de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones afectas a impuestos verdes, fue construido considerando: i) La coherencia entre los desafíos de generar la información necesaria para operar tanto los impuestos a los contaminantes locales (MP, NOX, SO2) como el global (CO2); ii) las diferencias sectoriales entre los actores afectos al impuesto (tecnologías) y iii) la consistencia regulatoria, respecto de las normas que rigen para los diferentes sectores (Pizarro, R., Pinto, F. y Ainzúa, S., 2017b). La institución encargada de elaborar e implementar el sistema de MRV para los impuestos verdes es la SMA. El sistema de MRV de los impuestos verdes está compuesto por cuatro componentes: i) El registro de los establecimientos y las respectivas fuentes que lo configuran; ii) la medición, configurada por los protocolos de cuantificación de emisiones; iii) el reporte que establece los mecanismos para informar sobre las emisiones y la plataforma informática para su operación, protocolizado a través de un instructivo de reporte de emisiones y; iv) la verificación, establecida mediante un instructivo. Respecto al componente de registro, es obligación del Ministerio del Medio Ambiente publicar un listado de establecimientos con la obligación de reportar las emisiones de cada fuente emisora según Registro Único de Emisiones Atmosféricas del RETC. En la Resolución Exenta 585/2023 de la SMA, se establecen las instrucciones para el monitoreo, reporte y verificación de emisiones afectas a impuesto verde, conforme con la Ley 21.210/2020 que modifica la Ley 20.780/2014 del Ministerio de Hacienda. La Ley 21.210 contempla pasar de una afectación a partir de la potencialidad tecnológica de las calderas y turbinas a un afectación por las emisiones generadas, enfocándose en generar una disminución de manera efectiva de las emisiones a partir de este gravamen, incluyendo también mecanismos de compensación a los cuales se puedan acoger las industrias.
MRV de impuesto verde: compensaciones **Ministerio del Medio Ambiente**	Desafío de estandarizar los criterios, qué se entiende como compensable, métodos de cálculo, y además, resguardar los principios de calidad y contabilidad.
MRV de las medidas de mitigación de los PSM **Ministerio del Medio Ambiente**	Ver sección 3.7.6.3 a continuación.

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, en base al reporte de instituciones públicas que coordinan los sistemas.

Foto: Natalia Neira

3.7.6.3 Sistema de MRV de medidas de mitigación de los PSM

La NDC, la LMCC y la ECLP plantean diversos objetivos y metas de mediano y largo plazo en materia de mitigación, con el propósito de lograr la carbono neutralidad hacia el año 2050. Concretamente, la NDC considera dentro de sus contenidos dos contribuciones o compromisos específicos en mitigación: el primero de ellos, la contribución M1, corresponde a una meta de emisiones de GEI para el año 2030, un *peak* de emisiones en 2025, y un presupuesto de carbono para el periodo 2020-2030. La contribución M2 establece una meta de reducción de carbono negro. Además, indica que para la contribución M1 "se requerirá de un esfuerzo multisectorial en la aplicación de políticas y medidas que permitan la reducción efectiva y permanente de las emisiones de GEI de Chile en el tiempo" y que la contribución M2 "se implementará principalmente a través de las políticas nacionales asociadas a calidad del aire". Por lo tanto, uno de los desafíos de Chile en materia de mitigación es realizar un seguimiento de aquellas medidas de mitigación e instrumentos que permitan dar cumplimiento a su NDC, de manera de poder controlar su avance y efectividad, y poder tomar las acciones necesarias para asegurar el cumplimiento de sus compromisos.

Por otra parte, y en relación con el presupuesto de carbono nacional que compromete la NDC, la ECLP contempla dentro de sus contenidos la definición de presupuestos sectoriales de emisiones de GEI para el periodo 2020-2030, desagregando el compromiso de emisiones acumuladas de la NDC a través de asignaciones sectoriales a cada una de las autoridades sectoriales que tienen competencia en aquellos sectores que representan las mayores emisiones de GEI, esto es, los ministerios de Energía, Transporte y Telecomunicaciones, Minería, Salud, Agricultura, Obras Públicas, y Vivienda y Urbanismo. En esta línea, la LMCC define que los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM), "establecerán el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber gases de efecto invernadero, de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad sectorial en la Estrategia Climática de Largo Plazo". En otras palabras, los PSM deben contener todas aquellas medidas de mitigación que le permitan a cada sector cumplir con su presupuesto sectorial y que, en conjunto, permitan cumplir con el presupuesto nacional de GEI comprometido en la NDC. Por lo tanto, el seguimiento de las medidas de mitigación contenidas en los PSM será un aspecto clave para garantizar el cumplimiento de los compromisos del país.

De acuerdo con estos antecedentes, el cumplimiento del presupuesto de carbono quedará vinculado a la implementación de los PSM, por lo tanto, los PSM debiesen incorporar todas las medidas de mitigación que puedan ser contabilizadas y que tengan un impacto sobre las emisiones de GEI sectoriales. De igual forma, cada autoridad sectorial debiese vincular sus políticas, programas, etc. con el PSM a elaborar, de manera que este refleje de la manera más completa posible las medidas de mitigación que serán abordadas desde dicha autoridad sectorial y así, mediante el seguimiento de su PSM, podrá reconocer de manera integrada toda su contribución sectorial a la mitigación.

El sistema de MRV de medidas de mitigación de los PSM busca abordar estos desafíos, mediante el seguimiento ex post de los PSM, incorporando lineamientos relacionados con el seguimiento del progreso de su implementación y de efectividad de sus medidas de mitigación, de las responsabilidades sectoriales vinculadas a las medidas de mitigación y del cumplimiento de los esfuerzos sectoriales de mitigación que se derivan de los presupuestos sectoriales. Los objetivos del sistema son los siguientes:

1. Coordinar la participación de los actores relevantes en el seguimiento ex post de las medidas de mitigación contenidas en los PSM, estableciendo los criterios y lineamientos para este seguimiento y contribuir en la evaluación de la efectividad de las medidas.
2. Centralizar la información del progreso y efectividad de las medidas de mitigación contenidas en los PSM.
3. Establecer los lineamientos para el seguimiento de los esfuerzos de mitigación indicativos sectoriales que se establecen en la ECLP, levantando la información necesaria para verificar el nivel de involucramiento de las distintas autoridades sectoriales vinculadas a cada medida.
4. Proveer información para la presentación de reportes ante la Convención, en línea con los requerimientos establecidos en el MRT y las MPD.
5. Proveer información para los procesos del SNP asociados a la actualización de los PSM, NDC y ECLP.
6. Proveer información complementaria a la que entrega el SNICHILE, que permita explicar tendencias de emisiones de GEI.
7. Proveer insumos precisos y detallados para los reportes del Informe Bienal de Transparencia (IBT) y el Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático (RANCC), asegurando la coherencia y calidad de los reportes nacionales.

Definición de medidas de mitigación en el contexto del presente sistema de MRV

Para definir el sistema de MRV de medidas de mitigación del sector público, resulta fundamental establecer qué se entiende por "medidas de mitigación" y también precisar qué es lo que se busca monitorear, reportar y verificar. Definimos medida de mitigación como una acción, medida o proceso orientado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, o restringir el uso de dichos gases como refrigerantes, aislantes o en procesos industriales, entre otros, o a incrementar los sumideros de dichos gases, con el fin de limitar los efectos adversos del cambio climático. Las medidas de mitigación deben ser cuantificables en términos de la reducción de emisiones que generan, y se pueden clasificar en:

- **Medidas que afectan los niveles de actividad:** relacionadas a la disminución de producción o consumo de las actividades que generan GEI. Entre estas medidas se encuentran, por ejemplo:
  - Medidas de aumento de eficiencia energética: medidas que implican un menor consumo de energía manteniendo el mismo nivel de confort (por ejemplo, el establecimiento de estándares mínimos de eficiencia energética, MEPS para motores eléctricos).
  - Medidas de ahorro energético: medidas que implican un menor uso de energía (por ejemplo, medidas de gestión activa de la demanda eléctrica).
  - Control de niveles de actividad: límites de producción a industrias contaminantes (por ejemplo, retiro de centrales termoeléctricas a carbón, limitar consumo de sustancias).

- **Medidas que afectan el factor de emisión:** el factor de emisión se refiere a cuánta masa de emisiones (kg, t, etc.) se genera por una unidad de nivel de actividad. Este tipo de medida tiene relación con el uso de tecnologías menos emisoras en desmedro de aquellas con mayor tasa de emisión[103] . Entre estas medidas se encuentran, por ejemplo:
  - Recambio tecnológico: reemplazo de equipos por tecnologías menos emisoras (por ejemplo, fomento del uso de electricidad para la calefacción residencial).
  - Cambios modales: preferencia de medios de transporte menos contaminantes (por ejemplo, fomento al uso de bicicletas y la disminución del uso de vehículos particulares).
  - Cambio de combustibles: fomento al uso de combustibles menos contaminantes (por ejemplo, fomento al hidrógeno verde en camiones mineros).

- **Medidas que afectan las eficiencias de captura:** la eficiencia de captura es el porcentaje de GEI que está siendo capturado antes de ser liberado a la atmósfera, disminuyendo así las emisiones totales liberadas a la atmósfera[104] . De esta forma, una medida de mitigación orientada a aumentar la eficiencia de captura de GEI tiene relación con el fomento a la incorporación o mejoramiento de tecnologías que permiten reducir la emisión neta de GEI a la atmósfera. Por ejemplo:
  - Sistemas de captura de GEI: instalación de mecanismos de captura de GEI para evitar su emisión a la atmósfera (por ejemplo, sistemas de captura y almacenamiento de carbono, llamada CCS por sus siglas en inglés; sistemas de captura y quema de metano; o sistemas de captura de óxido nitroso).

Si bien se ha avanzado en el desarrollo de sistemas de MRV en mitigación, el país tiene el desafío de ampliar los sistemas de tal manera que exista una concatenación clara entre los MRV existentes y los que se deberán elaborar, con el propósito de realizar un seguimiento efectivo de los IGCC relacionados con la mitigación del cambio climático, en sus distintas escalas territoriales.

[103] Ministerio del Medio Ambiente (2024b)

[104] Ministerio del Medio Ambiente (2024b)

Próximos pasos del sistema de MRV

El Ministerio del Medio Ambiente de Chile planifica implementar el sistema de MRV de las medidas de los PSM desde 2025, iniciando con la digitalización de las medidas de mitigación en un sitio SharePoint, a través de fichas que caracterizan las medidas en su estado ex ante, es decir, previo a su implementación. Además de la ficha ex ante de las medidas, se incluirán fichas ex ante de indicadores o parámetros que luego permitirán realizar las estimaciones ex post. Se planifica que los cálculos de estimaciones de reducciones y/o absorciones logradas (ex post) de las medidas de mitigación se realicen cada dos años. Esta metodología se describe en la Definición de lineamientos del sistema

de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de medidas de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación[105], guía que será actualizada posterior al proceso de elaboración de los planes.

3.7.6.4 Iniciativa IFCMA y el caso piloto de Chile

El Foro Inclusivo sobre Enfoques para Mitigar el Carbono (IFCMA, por sus siglas en inglés) es una iniciativa de la OCDE, que fue lanzado en febrero de 2023 con el propósito de mejorar la información del impacto global de los esfuerzos en reducciones de emisiones en el mundo, contando con mejores datos, basados en la evidencia y en el aprendizaje mutuo, incluyendo un diálogo multilateral.

Desde su conformación en 2023 hasta 2025, IFCMA planifica desarrollar pilotos en seis países para probar enfoques metodológicos y adquirir experiencia práctica, antes de ampliar el trabajo al conjunto completo de países miembros de IFCMA. Chile forma parte de un primer tramo de dos países piloto, junto con Suiza.

Hasta el momento, el piloto se ha enfocado en la línea de trabajo de "Inventario de políticas y mapeo de emisiones de GEI", en donde se ha trabajado en la recopilación de datos y se cuenta con resultados preliminares. Estos resultados serán utilizados en el desarrollo de la segunda línea de trabajo del piloto que corresponde a la "Estimación de los impactos de las políticas climáticas seleccionadas". Para esta segunda línea de trabajo se ha definido abarcar a los sectores de energía y transporte, cuyo objetivo principal es estimar las reducciones de emisiones asociadas a una amplia gama de políticas de mitigación del cambio climático, con o sin fijación de precios, que se han aplicado o legislado en los últimos años. El trabajo pretende evaluar una selección de políticas legisladas clave o paquetes de políticas por su impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero

de Chile, utilizando un modelo sectorial (bottom-up) con representación tecnológica detallada. Se planifica contar con los resultados en diciembre de 2024.

Este estudio es relevante para los propósitos del país en cuanto al seguimiento y la estimación de las reducciones de emisiones ex post, ya que podría tener algunas sinergias metodológicas con lo desarrollado por el sistema de MRV de medidas de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación.

Foto: Pilar Perez

[105] Ministerio del Medio Ambiente (2024b)

3.8 FLEXIBILIDAD

En cuanto al principio rector de flexibilidad de las MPD otorgada a las Partes que son países en desarrollo, Chile se acoge a flexibilidad para las disposiciones 85 y 102. A continuación, en la Tabla 64 se explican las razones por las que el país se acoge a flexibilidad en las disposiciones mencionadas, indicando la manera en que estas serán resueltas e indicando un plazo aproximado para mejorar las limitaciones que impiden dar cuenta de dichas disposiciones.

Tabla 64. Principio de flexibilidad aplicado en disposiciones específicas de las MPD.

Disposición	Estado de respuesta a la disposición	Razones por las cuales se aplica flexibilidad	Solución propuesta por el país y plazo estimado para resolverlo
85	Respecto a la información de estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas de las medidas de mitigación reportadas, el país se acoge a flexibilidad de manera parcial. Las secciones 3.4.1 y 3.7.1 contienen las 24 medidas de mitigación reportadas, las que a su vez se presentan en la tabla 5 de las CTF. De las 24 medidas de mitigación reportadas: • 8 cuentan con información de estimaciones de reducciones y/o absorciones logradas y proyectadas • 11 cuentan solamente con estimaciones de reducciones y/o absorciones logradas (ex post) • 1 solo presentan estimaciones de reducciones y/o absorciones proyectadas • 4 no cuentan con estimaciones de reducciones y/o absorciones logradas ni proyectadas	El reporte de las estimaciones de las reducciones y/o absorciones de GEI logradas y proyectadas, se debe en gran medida al trabajo conjunto con las instituciones que reportan y a la disponibilidad de datos o parámetros que han permitido realizar las estimaciones. La razón principal de las informaciones no reportadas es la falta de disponibilidad de parámetros clave para las estimaciones. La no disponibilidad de datos se debe a que estos no son recopilados regularmente por las instituciones que reportan las medidas, por falta de capacidades para el monitoreo. Adicionalmente, se evidencia una falta de capacidades técnicas en los equipos de las instituciones que reportan las medidas en cuanto a realizar estimaciones de reducciones y/o absorciones logradas y proyectadas. Los datos que se reportan en las secciones 3.4.1 y 3.7.1 se han generado con el apoyo del equipo técnico FAO-MMA encargado de la sección atingente al reporte de las medidas de mitigación.	La solución que propone el país para mejorar el reporte de las reducciones y/o absorciones logradas y proyectadas de las medidas de mitigación a ser reportadas es implementar en su totalidad el sistema de MRV de medidas de mitigación de los planes sectoriales de mitigación o PSM (ver sección 3.7.6.3). Este sistema permitirá que las medidas de mitigación de los PSM -que son aquellas que se vinculan de manera directa al cumplimiento de los presupuestos sectoriales de emisiones- sean identificadas a través de fichas descriptivas ex ante a la implementación, así como la identificación ex ante de los indicadores o parámetros que luego permitirán realizar las estimaciones ex post. La caracterización ex ante de las medidas contendrá las reducciones y/o absorciones proyectadas. Para poder estimar las reducciones y/o absorciones logradas (ex post), el Ministerio del Medio Ambiente planifica implementar el sistema de MRV de las medidas de los PSM desde 2026. Para los próximos Informes Bienales de Transparencia, el país planifica reportar solamente las reducciones y/o absorciones logradas y proyectadas de las medidas de mitigación contenidas en los PSM.
102	De acuerdo con los requerimientos de las MPD en sus disposiciones 92 a la 102, referentes a las proyecciones de las emisiones y la absorción de gases de efecto invernadero, el país se acoge a la posibilidad de flexibilidad, determinada por las disposiciones 92 y 102, respecto de los requerimientos señalados en las disposiciones 93 a la 101. En particular, respecto de la disposición 94, no se presenta un escenario "con medidas adicionales". Adicionalmente se excluye de este reporte el análisis de sensibilidad requerido por el literal d de la disposición 96.	La principal razón del por qué se aplica esta flexibilidad, es que los resultados respecto del escenario con medidas adicionales y los análisis de sensibilidad estarán disponibles en un plazo posterior a la fecha de cierre del presente reporte. Los datos mencionados serán utilizados en el proceso de elaboración de la Actualización de la NDC 2025.	El país se esforzará en proveer estas informaciones en el próximo Informe Bienal de Transparencia en 2026, de acuerdo con los avances del Sistema Nacional de Prospectiva (SNP).

BIBLIOGRAFÍA

ASCC. (2018). Recomendaciones para una agenda de trabajo pública privada al año 2030 en materia de sustentabilidad y cambio climático. Obtenido de: https://www.ascc.cl/resources/uploads/documentos/recomendaciones_para_una_agenda_de_trabajo_publica_privada_al_2030.pdf

Banco Central de Chile. (2024). Cuentas Nacionales. Base de datos. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/siete/

COCHILCO. (2023a). Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2022. Obtenido de: https://www.cochilco.cl/web/download/817/2023/11355/informe-de-actualizacion-del-consumo-energetico-de-la-mineria-del-cobre-al-ano-2022-2.pdf

COCHILCO. (2023b). Proyección del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre 2022-2033. Obtenido de: https://www.cochilco.cl/web/download/817/2023/7852/proyeccion-del-consumo-de-energia-electrica-en-la-mineria-del-cobre-2022-2033.pdf

COCHILCO. (2024). Bases de Datos Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2004-2023. Obtenido de: https://www.cochilco.cl/web/download/903/2024/12438/anuario-de-estadisticas-del-cobre-y-otros-minerales-2004-2023-2.xlsx

Comisión Nacional de Energía. (2024). Energía Abierta Beta. Obtenido de http://energiaabierta.cl/visualizaciones/capacidad-instalada/

Consejo Minero. (2024). Metas de Reducción de Emisiones. Obtenido de https://consejominero.cl/areas-de-trabajo/energia-y-descarbonizacion/

Coordinador Eléctrico Nacional. (2024). Infotécnica: Instalaciones en Operación. Obtenido de https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/centrales

EMEP/EEA. (2019). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. Obtenido de: https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019

GreenLabUC. (2016). Manual para Desarrollo de Inventarios. Obtenido de: https://greenlab.uc.cl/wp-content/uploads/2017/02/MANIN-Manual.pdf

Gobierno de Chile. (2020). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Actualización 2020. Obtenido de: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf

Gobierno de Chile. (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile. Obtenido de: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf

INFOR (2015). El dilema de la Leña. ¿Cómo reducir la contaminación del aire sin incrementar el costo en calefacción? En: Boletín BES, Bosques - Energía - Sociedad, 1(1): 22p. Obtenido de: https://doi.org/10.52904/20.500.12220/20966

IPCC, (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. Obtenido de: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

Meadows, D. (2008). Thinking in Systems. Earthscan, London. 218p.

Ministerio de Defensa Nacional. (2010). Ley 20.424. Estatuto orgánico del Ministerio de Defensa Nacional. Obtenido de: https://bcn.cl/2mj2n

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. (2010). Ley 20.416. Fija normas especiales para las empresas de menor tamaño. Obtenido de: https://bcn.cl/2fj6r

Ministerio de Energía. (2013). Ley 20.698. Propicia la ampliación de la matriz energética, mediante fuentes renovables no convencionales. Obtenido de: https://bcn.cl/2jusa

Ministerio de Energía. (2018). Ley 21.118. Modifica la Ley general de servicios eléctricos, con el fin de incentivar el desarrollo de las generadoras residenciales. Obtenido de: https://bcn.cl/2fd6x

Ministerio de Energía. (2021a). Estrategia Nacional de Electromovilidad. Obtenido de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia-nacional-electromovilidad_ministerio-de-energia.pdf

Ministerio de Energía. (2021b). Ley 21.305. Sobre Eficiencia Energética. Obtenido de: https://bcn.cl/2nn0z

Ministerio de Energía. (2021c). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026. Obtenido de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/eficiencia-energetica_16-nov.pdf

Ministerio de Energía. (2021d). Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) 2023-2027. Informe preliminar. Obtenido de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pelp2023-2027_informe_preliminar.pdf

Ministerio de Energía. (2022a). Agenda de Energía 2022-2026. Obtenido de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/agenda_energia_2022_-_2026.pdf

Ministerio de Energía. (2022b). Informe Balance Nacional 2020. Santiago de Chile: 1a. ed. Obtenido de https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2022_informe_anual_bne_2020.pdf

Ministerio de Energía. (2022c). Transición Energética de Chile: Política Energética Nacional, actualización 2022. Santiago de Chile. Obtenido de https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf

Ministerio de Energía. (2023). Decreto N°4. Aprueba Plan Nacional de Eficiencia Energética. Obtenido de: https://bcn.cl/3curt

Ministerio de Energía. (2024). Plan de Acción de Hidrógeno Verde. 2023-2030. Obtenido de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_de_accion_hidrogeno_verde_2023-2030.pdf

Ministerio de Hacienda. (2009). Ley 20.365. Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Obtenido de: https://bcn.cl/2m1vu

Ministerio de Hacienda (2014). Ley 20.780. Reforma tributaria que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario. Obtenido de: https://bcn.cl/2fa17

Ministerio de Hacienda. (2020). Ley 21.210. Moderniza la legislación tributaria. Obtenido de: https://bcn.cl/2f9fr

Ministerio de Minería. (2021). Minería 2050: Política Nacional Minera. Obtenido de: https://www.chileagenda2030.gob.cl/iniciativas/35/documento/Anteproyecto_PNM_2050_y_anexos_tecnicos.pdf

Ministerio de Minería y BID. (s.f.). Guía sobre emisiones en la cadena de suministros de la minería. Obtenido de: https://www.corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2023/04/Guia-sobre-emisiones-en-la-cadena-de-suministro-de-la-mineria.pdf

Ministerio de Planificación. (2011). Ley 20.530. Crea el Ministerio de Desarrollo Social y Familia y modifica cuerpos legales que indica. Obtenido de: https://bcn.cl/2j52x

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2011). Ley 20.527. Modifica la Ley Nº18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades y Regula las Asociaciones Municipales. Obtenido de: https://bcn.cl/2pphq

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). Diseño Sistema Nacional de Prospectiva (SNP) de Gases de Efecto Invernadero de Chile. Hoja de Ruta. Propuesta para revisión. Obtenido de: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/03/20210801-Propuesta-de-Diseno-SNP-Marzo2022-version-web.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Ley 20.920. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Obtenido de: https://bcn.cl/2f7b2

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Decreto N°7. Reglamento del Fondo para el Reciclaje. Obtenido de: https://bcn.cl/2k377

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). 3er Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático. Obtenido de: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPanish.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Decreto N°12. Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes. Obtenido de: https://bcn.cl/2o0ap

Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Ley 21.368. Regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas, y modifica los cuerpos legales que indica. Obtenido de: https://bcn.cl/2qvub

Ministerio del Medio Ambiente. (2022a). 5to Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Obtenido de: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/12/Informe_5IBA_2022.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2022b). Fortalecimiento de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Obtenido de: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/01/Chile-Fortalecimiento-NDC-nov22.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2022c). Ley 21.455. Ley Marco de Cambio Climático. Obtenido de: https://bcn.cl/32l1s

Ministerio del Medio Ambiente. (2023). Decreto N°16/2023 que aprueba el reglamento que establece procedimientos asociados a los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático. Obtenido de: https://bcn.cl/3hb1b

Ministerio del Medio Ambiente. (2024a). Decreto N°15/2023 que aprueba el reglamento que establece conformación y funcionamiento del Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático y de los Comités Regionales para el Cambio Climático. Obtenido de: https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/09/25/43957/01/2546218.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2024b). Definición de lineamientos del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de medidas de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación. Obtenido de: http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=2b30ebc4-5e5a-4de9-a4c1-7688a223b6fa&fname=Lineamientos%20MRV%20de%20medidas%20de%20mitigaci%C3%B3n.pdf&access=public

Ministerio del Medio Ambiente. (2024c). Guía para la Elaboración de los Planes Sectoriales de Mitigación. Obtenido de: http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=c5fc5b02-a425-4cab-8c03-bb42693b-f39c&fname=GUIAPSM202404%20(1).pdf&access=public

Ministerio Secretaria General de la Presidencia. (1994). Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Obtenido de: https://bcn.cl/2f707

Palma Behnke R., C. Barría, K. Basoa, D. Benavente, C. Benavides, B. Campos, N. de la Maza, L. Farías, L. Gallardo, M. J. García, L. E. Gonzales Carrasco, F. Guarda, R. Guzmán, A. Jofré, J. Mager, R. Martínez, M. Montedonico, L. Morán, L. Muñoz, M. Osses, A. Pica, M. Rojas, A. Rudnick, J. P. San Martín, A. Santander, C. Silva, S. Tolvett, R. Torres, A. Urquiza, P. Valdivia, S. Vicuña (2019). Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition. Mitigation and Energy Working Group Report. Santiago: COP25 Scientific Committee; Ministry of Science, Technology, Knowledge and Innovation. Obtenido de: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/Mitigation_NDC_White_Paper.pdf

Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. (2020). Resolución Exenta Ord. Nº5499 con fecha 11 de noviembre de 2020. Crea Comité de Medio Ambiente y el Cambio Climático de la Defensa Nacional.

The World Bank y Quinetic. (2022). Recomendaciones de desarrollo de regulación de seguridad para habilitar el uso de hidrógeno verde en la minería a rajo abierto. Obtenido de: https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2022/11/INFORME-hidrógeno-verde-externo.pdf

UNFCCC. 2022. Decisión 5/CMA.3. Orientaciones para la puesta en práctica de las modalidades, los procedimientos y las directrices para el marco de transparencia reforzado para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París. Obtenido de: https://unfccc.int/documents/460951

WRI. (2016). MRV 101: Understanding measurement, reporting, and verification of climate change mitigation. Obtenido de: https://transparency-partnership.net/sites/default/files/mrv_101_0.pdf

Foto: Nicolás Smith D.

Vulnerabilidad del país y su Adaptación al Cambio Climático

4

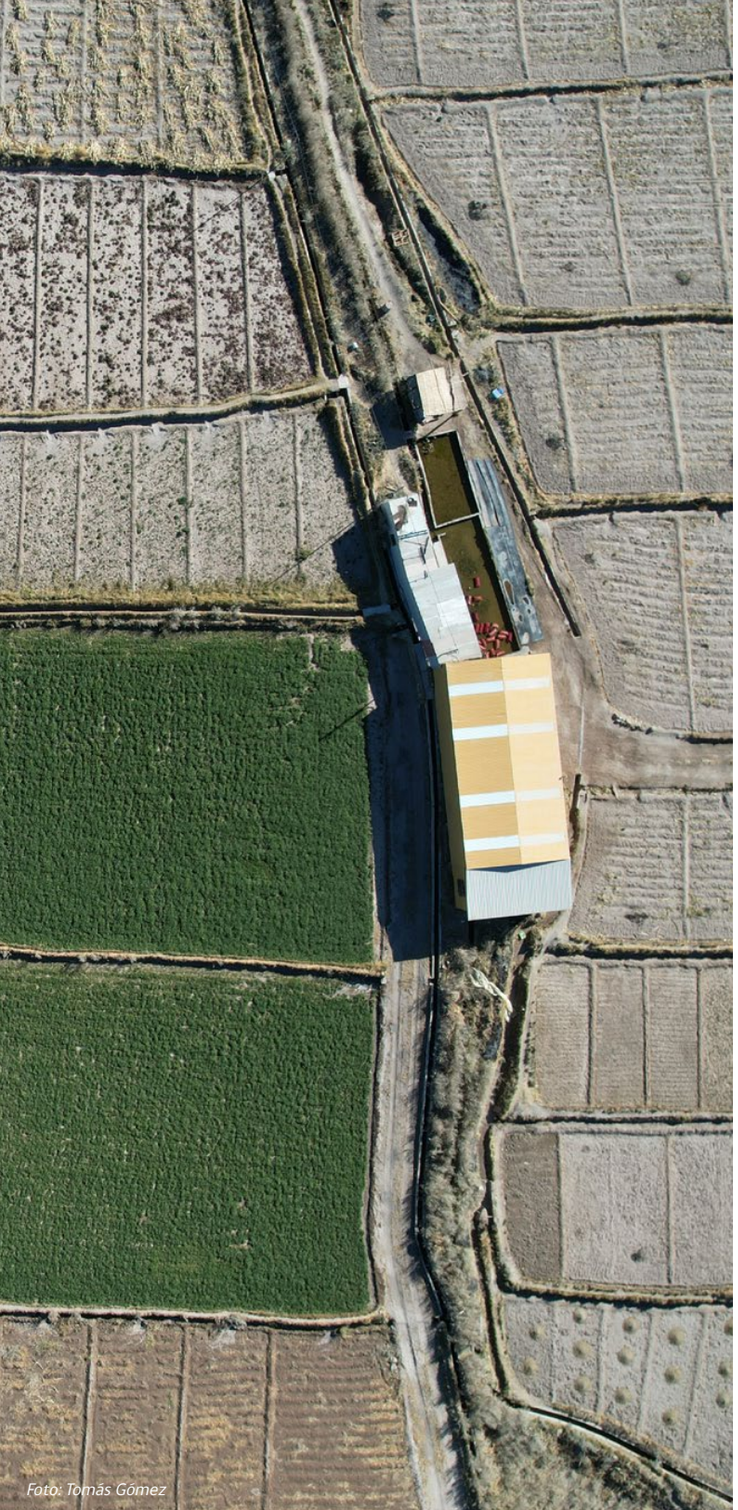


Foto: Tomás Gómez

COLABORADORES

Coordinadora de Capítulo

Gladys Santis (Ministerio del Medio Ambiente).

Equipo de trabajo responsable de la elaboración de contenidos

Maritza Jadrijevic G. (Ministerio del Medio Ambiente); Paula Carrasco M. (FAO-Chile), Micaela Jara F. (FAO-Chile), Carolina Vilches, Ricardo Vásquez y Claudia Villarroel (Dirección Meteorológica de Chile); Cristian Henríquez, Diego González, Sebastián Vicuña, Oscar Melo, Juan Francisco Figueroa, Juan Pablo Herane, Nicole Olguín, Raimundo Rivera F, Javier Vargas (Centro de Cambio Global UC); Paulina Aldunce, Marco Billi, Josefina Carrasco (Universidad de Chile).

Contrapartes colaboradoras

Nataly Cabrera, Natalia Cofré (Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres); Allan Gómez, Francisca Garay (Ministerio de Economía); Camila Campusano, Valeria Fuentes, Claudia García (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones); Isabella Villanueva (Ministerio de Energía); Evelyne Medel, Maximiliano Bolados, Andrea Osses, Pamela García (Ministerio de Obras Públicas); Katherine Urcelay, Consuelo Morales, Giselle Oyarce, Macarena Ortiz (Ministerio de Vivienda y Urbanismo); Jaime Giacomozzi, (Ministerio de Agricultura); Carolina Aguayo (Corporación de Fomento de la Producción); Carlos Orellana, Ignacio Torrealba, Rodrigo Contreras (Ministerio de Desarrollo Social y Familia),Laura Silva, Gerardo Bobadilla, (Ministerio de Defensa); Sebastián Flores, Romina Altamirano, Marcelo Méndez, Valeria Fuentes (Junta Aeronáutica Civil, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones) María Paz Gutiérrez, Jaime Tramon (Ministerio de Hacienda); Francisco Catalán (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático); Roberto González, Daniel Vicente, Raúl Vergara, Miguel Santos, José Luis Reyes, Sebastián Rivera, Bárbara von Igel (División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, Ministerio del Medio Ambiente); Rodrigo Barrera, Gabriela López (Agencia de Sostenibilidad Energética), Rodrigo Arias (Asociación Chilena de Municipalidades), Jorge Ibañez, Paola Arriola (SUBDERE); Cristian González (Gobierno Regional de Arica y Parinacota), Rodrigo Illanes y Nidia Cepeda (Gobierno Regional de Atacama), Francisco Guzmán (Gobierno Regional de Coquimbo); Alexa González (Gobierno Regional de Valparaíso), Valeria López y Natalia Garay (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago), Claudia Soto y Johana Cancino (Gobierno Regional de O'Higgins), Claudia Cárdenas (Gobierno Regional del Biobío), Ana Jara y Vicente Rodríguez (Gobierno Regional de Los Ríos), Karen Montecinos (Gobierno Regional de Los Lagos), Edgardo Casanova (Gobierno Regional de Magallanes).

Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático

1IBT 5CN

ÍNDICE

4.1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES, ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MARCOS JURÍDICOS 326

4.2. IMPACTOS, RIESGOS Y VULNERABILIDADES 327

4.2.1. TENDENCIAS Y AMENAZAS CLIMÁTICAS ACTUALES Y PROYECTADAS 327

4.2.2. IMPACTOS OBSERVADOS Y POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO 348

4.2.3. ENFOQUES, METODOLOGÍAS, HERRAMIENTAS, INCERTIDUMBRES Y DESAFÍOS 361

4.3. PRIORIDADES Y BARRERAS DE ADAPTACIÓN 366

4.3.1. PRIORIDADES NACIONALES Y LOS PROGRESOS REALIZADOS PARA ATENDERLAS 366

4.3.2. BRECHAS, BARRERAS Y NECESIDADES EN ADAPTACIÓN 371

4.4. ESTRATEGIAS, POLÍTICAS, PLANES, METAS Y ACCIONES DE ADAPTACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN EN LAS POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES 380

4.4.1. ACCIONES EN RELACIÓN AL OBJETIVO MUNDIAL RELATIVO A LA ADAPTACIÓN 380

4.4.2. OBJETIVOS, MEDIDAS, METAS, INICIATIVAS, ESFUERZOS, PLANES Y OTROS ESFUERZOS PARA AUMENTAR LA RESILIENCIA 380

4.4.3. PERSPECTIVA DE GÉNERO Y CONOCIMIENTO INDÍGENA, TRADICIONAL Y LOCAL EN LAS ESTRATEGIAS, POLÍTICAS, PLANES, METAS Y ACCIONES DE ADAPTACIÓN 399

4.4.4. ACCIONES DE ADAPTACIÓN Y/O PLANES DE DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA QUE CONDUCEN A CO-BENEFICIOS DE MITIGACIÓN 400

4.4.5. SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 403

4.4.6. IMPLICACIÓN DE LOS INTERESADOS, INCLUIDOS LOS PLANES, PRIORIDADES, ACCIONES Y PROGRAMAS DE LOS ÁMBITOS SUB-NACIONAL Y COMUNITARIO Y DEL SECTOR PRIVADO 405

4.5. PROGRESO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ADAPTACIÓN 408

4.5.1. PROGRESO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ANTERIORES PLANES DE ADAPTACIÓN SECTORIALES. 410

1IBT 5CN

ÍNDICE

4.5.2. IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE ADAPTACIÓN IDENTIFICADAS EN EL COMPONENTE DE ADAPTACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL (NDC) 411

4.5.3. ACTIVIDADES DE COORDINACIÓN Y CAMBIOS EN REGULACIONES, POLÍTICAS Y PLANIFICACIÓN. 413

4.6. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE ACCIONES Y PROCESOS DE ADAPTACIÓN 413

4.6.1. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y EVALUACIÓN PARA ADAPTACIÓN Y AVANCES ACTUALES 413

4.7. INFORMACIÓN RELACIONADA CON EVITAR, MINIMIZAR Y ABORDAR LA PÉRDIDA Y EL DAÑO ASOCIADOS CON LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO 416

4.7.1. IMPACTOS OBSERVADOS Y POTENCIALES, INCLUYENDO LOS RELATIVOS A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS 416

4.8. COOPERACIÓN, BUENAS PRÁCTICAS, EXPERIENCIA Y LECCIONES APRENDIDAS 420

4.8.1. EXPERIENCIAS QUE APORTAN A LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL 420

4.8.2. BUENAS PRÁCTICAS Y LECCIONES APRENDIDAS 422

4.9. OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ADAPTACIÓN 424

4.9.1. PROCESOS PARTICIPATIVOS 424

4.9.2. RIESGOS CLIMÁTICOS TRASFRONTERIZOS 424

BIBLIOGRAFÍA 426

Foto: Bryan Contreras

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tendencias decadales en índices de eventos climatológicos extremos en ciudades en Chile, para precipitación (1961 2023) y temperatura (1981–2023) 341
Tabla 2. Riesgos climáticos e impactos directos en las ciudades 353
Tabla 3. Riesgos climáticos e impactos directos en las ciudades 356
Tabla 4. Impactos en salud y su asociación a fenómenos climáticos 357
Tabla 5. Priorización de sistemas naturales y humanos considerados vulnerables por macrozona 358
Tabla 6. Criterios de evaluación de la dimensión madurez y atractivo de la EFCC 369
Tabla 7. Paquetes que están clasificados en términos de "prioridad intermedia" en la EFCC 371
Tabla 8. Brechas, barreras, necesidades y prioridades 372
Tabla 9. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario de 2013 y 2024 381
Tabla 10. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Biodiversidad de 2014 y 2024 382
Tabla 11. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Pesca y Acuicultura de 2015 y 2024 382
Tabla 12. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Salud de 2016 y 2024 383
Tabla 13. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Infraestructura de 2017 y 2024 384
Tabla 14. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación y mitigación al cambio climático para el sector Energía de 2018 y 2024 384
Tabla 15. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Ciudades de 2018 y 2024 385
Tabla 16. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para los sectores que por primera vez generan el instrumento en 2024 385
Tabla 17. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para los sectores que por primera vez generan el instrumento en 2024 386
Tabla 18. Medidas de adaptación consideradas en los PARCC (actualizado a agosto 2024) 387
Tabla 19. Iniciativas reportadas por las distintas instituciones gubernamentales 393
Tabla 20. Iniciativas de adaptación reportadas por los CORECC 395
Tabla 21. Iniciativas reportadas por los Municipios 397
Tabla 22. Municipios en nivel 5 del SCAM 399
Tabla 23. Medidas de adaptación en sectores de la economía chilena y sus co-beneficios de mitigación 401
Tabla 24. Evidencia de soluciones Basadas en la Naturaleza aplicadas en Chile 404
Tabla 25. Iniciativas reportadas por empresas 406
Tabla 26. Iniciativas reportadas por la Academia 407
Tabla 27. Avances en la implementación del componente de adaptación de la NDC de Chile 2020 410
Tabla 28. Costos y beneficio anuales de la inacción frente al cambio climático al año 2050 416

1IBT 5CN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la temperatura media anual de Chile 328

Figura 2. Evolución de la temperatura media anual en Chile y diferencias absolutas entre los periodos 1961 - 1990 y 2009 - 2023 329

Figura 3. Tendencias de la altura de isoterma 0°C 330

Figura 4. Evolución de la precipitacióntotal anual de Chile 331

Figura 5. Evolución de la Precipitación Media Anual y su Variación Porcentual entre los periodos 1961 - 1990 y 2009 - 2023 332

Figura 6. Mapas estacionales de tendencias decadales de la precipitación media en Chile continental entre 1980-2020 333

Figura 7. Distribución espacial del porcentaje de meses con condiciones de sequía severa en Chile, Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizado (SPEI 12) inferior a -1,04, para el período 2014-2023, según el período de referencia 1991-2020 334

Figura 8. Referencia histórica (1980-2010), proyección futura (2035-2065) y cambios proyectados en promedio de temperatura media anual bajo el escenario SSP5-8.5 335

Figura 9. Cambios proyectados en temperatura media anual por macrozona bajo el escenario SSP5-8.5, para tres periodos futuro distintos 336

Figura 10. Referencia histórica (1980-2010) y cambios proyectados al periodo 2035-2065 en precipitación acumulada anual bajo el escenario SSP5-8.5 337

Figura 11. Cambios proyectados en precipitación media anual por macrozona bajo el escenario SSP5-8.5, para tres períodos futuro distintos 338

Figura 12. Referencia histórica (1980-2010) y cambios proyectados al periodo 2035-2065 en nieve acumulada anual bajo el escenario SSP5-8.5 339

Figura 13. Cambios proyectados en: a) olas de calor (días consecutivos sobre 30°C), c) frecuencia de sequía y d) lluvia máxima diaria para el periodo 2035-2065 con respecto 1980-2010 bajo el escenario SSP5-8.5 342

Figura 14. Aumento del nivel medio del mar promedio para los horizontes cercano (2021-2040), medio (2041-2060) y lejano (2081-2100) en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 344

Figura 15. Tasa de variación anual de la altura significativa (a), período medio (b) y dirección media (c) en 19 nudos numéricos cada 2° entre 19 °S y 55 °S, obtenidos del Atlas de Oleaje entre 1980 y 2015 344

Figura 16. Magnitud de vientos superficiales para el período histórico (1985-2004), y cambios proyectados a mediados (2026- 2045) y fines de siglo (2081-2100) respecto del período histórico (1985-2004), en base a modelos ACCESS 1.0, CMCC, EC-EARTH, MIROC5, MRI-CGM y HADGEM para el escenario RCP 8.5 345

Figura 17. Campos de altura significativa superada 12 horas al año para el período histórico (1985-2004), y cambios proyectados a mediados (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100), en base a modelos ACCESS 1.0, CMCC, EC-EARTH, MIROC5, MRI-CGM y HADGEM para el escenario RCP 8.5 345

1IBT 5CN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 18. Tendencia histórica (1979- 2020) de la media anual de la temperatura superficial del mar para las: a) observaciones (ERSSTv5) y b) modelos climáticos (acoplamiento entre 16 GCMs de RCP y SSP) 346

Figura 19. Campo de temperatura superficial del mar (percentil 50%) para el periodo histórico (1985-2004) y cambios esperados para los horizontes cercano (2021-2040), mediados de siglo (2041-2060) y finales de siglo (2081-2100) en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5 347

Figura 20. Priorización de paquetes según componente de adaptación 370

Figura 21. Frecuencia de necesidades reportadas por los CORECC 374

Figura 22. Frecuencia de necesidades reportadas por los municipios 375

Figura 23. Facilitadores que están influyendo en el desempeño de los distintos actores para abordar la adaptación al cambio climático 376

Figura 24. Obstaculizadores que están influyendo en el desempeño de los distintos actores para abordar la adaptación al cambio climático 377

Figura 25. Iniciativas de adaptación a nivel regional por área temática 396

Figura 26. Expresión de interseccionalidad de los lineamientos para el análisis de vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático con enfoque de género interseccional y consideración de grupos vulnerables del Plan Nacional de Cambio Climático 399

Figura 27. Síntesis de avance logrado en el PNACC y los PACC sectoriales 409

Figura 28. Cambios significativos desde la creación de los CORECC 412

Figura 29. Esquema de la Hoja de Ruta de la metodología para cuantificar P&D en Chile 417

Figura 30: Resumen de daños económicos por eventos extremos entre 2008 y 2023 (marzo) 418

INTRODUCCIÓN

De conformidad con la decisión 9/CMA.4 se solicita a la secretaría que organice un examen de la información comunicada por Chile de conformidad con la decisión 18/CMA.1, anexo, capítulo IV, en el marco del examen técnico por expertos previsto en la decisión 18/CMA.1, anexo, capítulo VII.

Este capítulo consta de una descripción de los impactos del cambio climático y de la vulnerabilidad y la adaptación de Chile, presentando a su vez, información sobre las metodologías aplicadas, las prioridades y barreras para hacer posible la adaptación, qué políticas, planes y estrategias se han implementado, cómo se ha progresado en su implementación, cómo se han monitoreado estos progresos y cómo se ha desarrollado la cooperación entre las distintas entidades. En este capítulo también se aborda, por primera vez en el marco del reporte internacional de cambio climático, un análisis sobre las pérdidas y daños asociados con los impactos del cambio climático.

Para la construcción de este capítulo se realizó una revisión de los instrumentos de gestión del cambio climático, las herramientas disponibles por parte del Estado de Chile y la bibliografía. Para el desarrollo de la información relativa a las tendencias y amenazas climáticas se contó con la participación de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y del departamento de Adaptación de la División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

Adicionalmente, se realizó un levantamiento de información participativo con representantes del mundo público y privado vinculado a temas atingentes al cambio climático, que incluyó talleres por macro zona del país[1]; entrevistas a expertos en adaptación, impactos, pérdidas y daños del cambio climático en Chile; formularios de recopilación de iniciativas de adaptación de instituciones gubernamentales, no gubernamentales (ONG) y privados, para el periodo de reporte 2020-2024. Se solicitó información relativa a los impactos y la vulnerabilidad al cambio climático; iniciativas de adaptación y apoyo recibido para llevarlas a cabo en el país; necesidades y apoyo en la materia; y principales brechas y necesidades identificadas sobre pérdidas y daños.

En cuanto a la ejecución de las instancias participativas, se llevaron a cabo un total de cinco talleres, con el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), dos talleres virtuales macrozonales con los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) y dos talleres virtuales con representantes de la academia, municipios, ONG y sociedad civil no organizada. Se veló por la equidad de género en términos de representatividad, variedad en el rango etario y la inclusión de grupos vulnerables, entre ellos los pueblos indígenas.

Se realizaron siete entrevistas en temas relacionados a las pérdidas y los daños en Chile, permitiendo la recopilación de antecedentes económicos, político - normativos, herramientas de gestión, incluyendo la gestión de riesgos de desastres, jurídico y de negociación internacional. Las entrevistas contaron con la participación de actores provenientes del Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Obras Públicas, Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, Banco Central y del mundo del derecho.

Mientras que, por el lado de los formularios de información, se solicitó la identificación de iniciativas de adaptación y pérdidas y daños, su estado de implementación, desafíos enfrentados, apoyo financiero, esfuerzos de cooperación, entre otros. Participaron instituciones públicas como la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, Ministerio de Minería, Dirección General de Aguas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Fuerzas Armadas, Fuerza Aérea de Chile, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud, Ministerio de Obras Públicas, Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, Ministerio de Defensa, Ministerio de Minería, Comisión Chilena del Cobre, Agencia de Sustentabilidad Energética, Corporación de Fomento de la Producción y Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

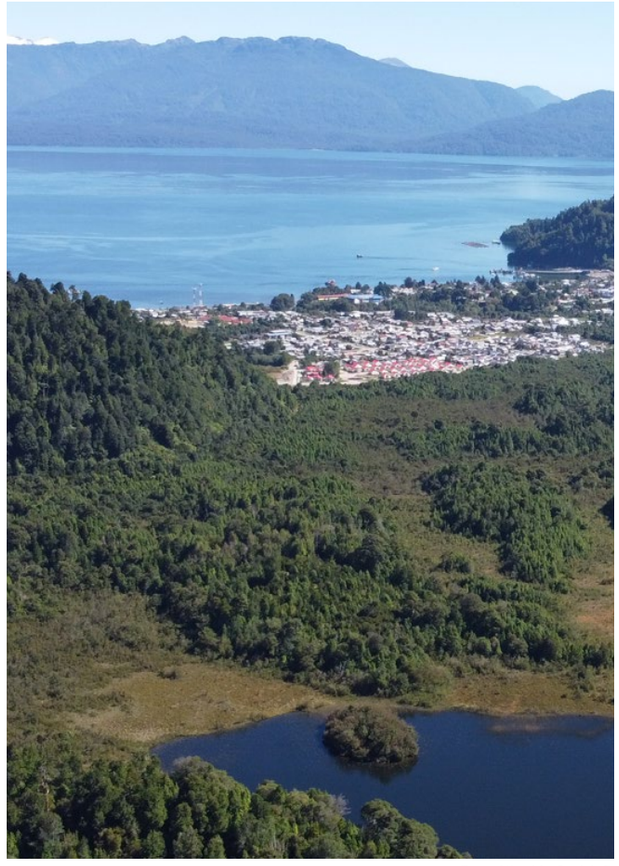


Foto: Nicolás Smith D.

[1] Las macrozonas son agrupaciones no administrativas de regiones según su ubicación en el país y el clima que poseen (buscando así similitudes). Para los talleres se identifican las macrozonas Norte, Centro, Centro-sur, Sur y Austral.

4.1 CIRCUNSTANCIAS NACIONALES, ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MARCOS JURÍDICOS

Las circunstancias nacionales, arreglos institucionales y marcos jurídicos para Chile fueron descritos en el capítulo específico de este reporte, y aplican en lo que respecta a la adaptación al cambio climático. En esta sección se describen elementos relevantes en relación a la gestión de riesgo de desastres (GRD), que son relevantes para la adaptación en el contexto actual del país.

La LMCC en el artículo 9, que establece los contenidos de los Planes Sectoriales de Adaptación, indica que estos deben contener una descripción detallada de las medidas tendientes a reducir y gestionar el riesgo creado por el cambio climático al sector que regula el plan, y aplicando un enfoque territorial, cuando corresponda. Respecto de los riesgos de desastres, indica que las medidas deberán ser aquellas contenidas en los planes sectoriales de gestión del riesgo de desastres, si los hubiere, o, en caso contrario, el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED, antes llamado Oficina Nacional de Emergencia) del Ministerio del Interior y Seguridad Pública ejercerá el rol de contraparte técnica para el diseño de dichas medidas.

En el artículo 42 indica que los instrumentos establecidos para la gestión de riesgos de desastres deberán incorporar criterios de adaptación al cambio climático, tanto en su fase de diseño, como en su elaboración, implementación y evaluación. A su vez, el artículo 43 señala que los Instrumentos de ordenamiento y planificación territorial incorporarán consideraciones ambientales del desarrollo sustentable relativas a la mitigación y adaptación al cambio climático, las que se evaluarán mediante la Evaluación Ambiental Estratégica, cuyo informe final deberá ser favorable para continuar con su tramitación. Asimismo, deberán ser compatibles con los instrumentos de gestión del riesgo de desastres, considerando la información de la plataforma de adaptación climática.

Por su parte, en el período de reporte se promulgó la Ley 21.364, publicada en el Diario Oficial de Chile el 7 de agosto de 2021, que establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED) y su servicio SENAPRED, organismo técnico a cargo de la GRD en el país.

Se establece el COGRID, Comité Nacional para la GRD, instancia de planificación y coordinación a nivel nacional, regional, provincial y comunal y a cargo de aprobar los Instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres de la ley en sus respectivos niveles territoriales y coordinar a las instancias necesarias para desarrollar las capacidades y recursos con el objeto de fortalecer la GRD del país. Estos comités tienen su símil a nivel nacional y regional, desde la arista de cambio climático, en el ETICC y los CORECC.

Respecto de los instrumentos, existe la Política y Plan Estratégico Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres; los Planes para la Reducción del Riesgo de Desastres (PRRD), en los niveles regionales, provinciales y comunales durante las Fases de Mitigación y Preparación; los Planes de Emergencia y sus anexos, durante la Fase de Respuesta, en todos los niveles; los Planes Sectoriales para la Gestión del Riesgo de Desastres (PS-GRD); los Mapas de amenaza y los Mapas de riesgo.

Como puede apreciarse, en todos estos espacios e instrumentos se requiere de una coordinación intersectorial, la cual se ha estado trabajando permanentemente entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, en el marco de la implementación de ambos cuerpos legales y que se refleja en resultados que se presentan en las secciones que siguen.

En términos de arreglos institucionales, cabe destacar las mesas técnicas, de las que participa el Ministerio del Medio Ambiente, relacionadas a temáticas del clima como lo son la Mesa por Variable de Riesgo Meteorológico y la Mesa por Variable de Riesgo de Incendio Forestal.

Otro arreglo institucional de relevancia lo constituye la Mesa sobre Movilidad Humana, Cambio Climático y Desastres, cuyo propósito es trabajar de manera coordinada en torno a las tres temáticas que aborda la mesa. Entre otras acciones se busca entregar lineamientos para los hacedores de políticas en el ámbito nacional y subnacional, generando capacidades entre los distintos sectores y actores involucrados en estas temáticas. La mesa cuenta con un grupo coordinador que incluye al Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, el Servicio de Migraciones dependiente del Ministerio del Interior, el Ministerio de Medio Ambiente, la División de Migraciones del Ministerio de Relaciones Exteriores y el Ministerio de Desarrollo Social. Existe una Mesa Ampliada a este grupo donde se unen también representantes del Instituto Nacional de Estadísticas, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la Subsecretaría de Desarrollo Regional, el Ministerio de Agricultura, las subsecretarías de Pesca y Acuicultura y de Turismo, representantes de la academia y centros de investigación (Universidad de Chile, CR2, CIGIDEN) y organizaciones internacionales como la OIM.

Foto: Bryan Contreras

4.2 IMPACTOS, RIESGOS Y VULNERABILIDADES

La presente sección da cuenta del perfil nacional de cambio climático en el período reportado. Para ello, se presenta una caracterización de las principales tendencias y amenazas del cambio climático observado y proyectado, los impactos y riesgos del cambio climático que más afectan al país y las vulnerabilidades o condiciones que aumentan la susceptibilidad sus ecosistemas, comunidades y sectores económicos a los efectos del cambio climático. Se incluyen amenazas a nivel terrestre y oceánico, destacándose cambios en las condiciones medias y en los eventos extremos. Esta síntesis del estado del cambio climático en el país se acompaña de una descripción de las metodologías y herramientas utilizadas para abordar las evaluaciones y estimaciones de impactos, riesgos y vulnerabilidades, y generar información relacionada con el cambio climático y sus impactos.

4.2.1 Tendencias y amenazas climáticas actuales y proyectadas

RECUADRO 1

Aspectos destacados de las tendencias de cambio climático en Chile

En Chile se han evidenciado cambios significativos en el clima en las últimas décadas, con el registro del año 2023 como el más cálido registrado desde 1961, superando los valores alcanzados en 2016 (DMC, 2024). Dicho año completa 13 años consecutivos de condiciones cálidas y 17 años de condiciones secas. Más aún, en la última década se concentran siete de los 10 años más cálidos registrados, mientras cuatro de estos ocurrieron en los últimos cinco años. Mientras la sequía alcanzó su extremo entre 2019 y 2021 con déficits de precipitaciones de -36.6% y -42.9% respectivamente, en 2023 dicho déficit se redujo a un 11% (DMC).

A continuación, se propone una caracterización de las tendencias observadas y proyectadas de una serie de variables climáticas consideradas relevantes para la caracterización del perfil climático de Chile, incluyendo variables climáticas a nivel terrestre y oceánico, así como de amenazas o eventos extremos. La información histórica sobre variables climáticas a nivel terrestre proviene principalmente de los registros climáticos de estaciones meteorológicas, así como de los *Reporte de la Evolución del Clima* elaborados y publicados anualmente por la DMC desde 2017. Por su parte, las proyecciones climáticas a nivel terrestre se basan principalmente en el Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim), una plataforma en línea que incorpora y pone a disposición de manera pública el conocimiento científico y especializado sobre amenazas, mapas de riesgo y biodiversidad en función de las proyecciones climáticas en Chile.

Además, se incorporan los resultados de otros estudios incluyendo *Escenarios Climáticos para Chile. Evidencia desde el sexto informe del IPCC* (Vicuña et al., 2022), *Insumos para la elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Zona Costera* (MMA, 2023) y *Estudio del desempeño y co-beneficios de las áreas marinas protegidas a la mitigación y adaptación al cambio climático* (Dinámica Costera, 2022), entre otros.

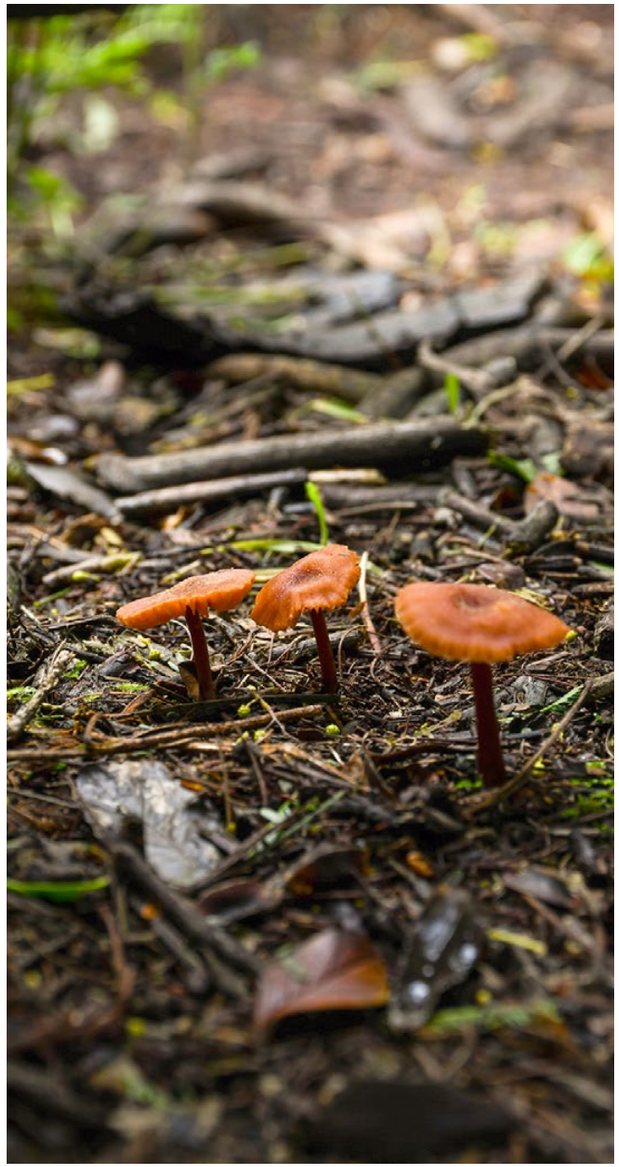


Foto: Daniela Madrazo O.

4.2.1.1 Tendencias y proyecciones a nivel terrestre

Temperatura y precipitación media

i. Tendencias históricas

En las últimas comunicaciones nacionales (3CN y 4CN) ha quedado plasmada la tendencia hacia al incremento de la **temperatura media anual** del país. Si para el año 2019 la tendencia era de 0,14°C de aumento por década (DMC, 2020), la temperatura media en Chile para el 2023 ha aumentado 0,15°C por década (Figura 1), llegando a una temperatura media de 13,5°C el 2023, el año más cálido desde 1961 (DMC, 2024).

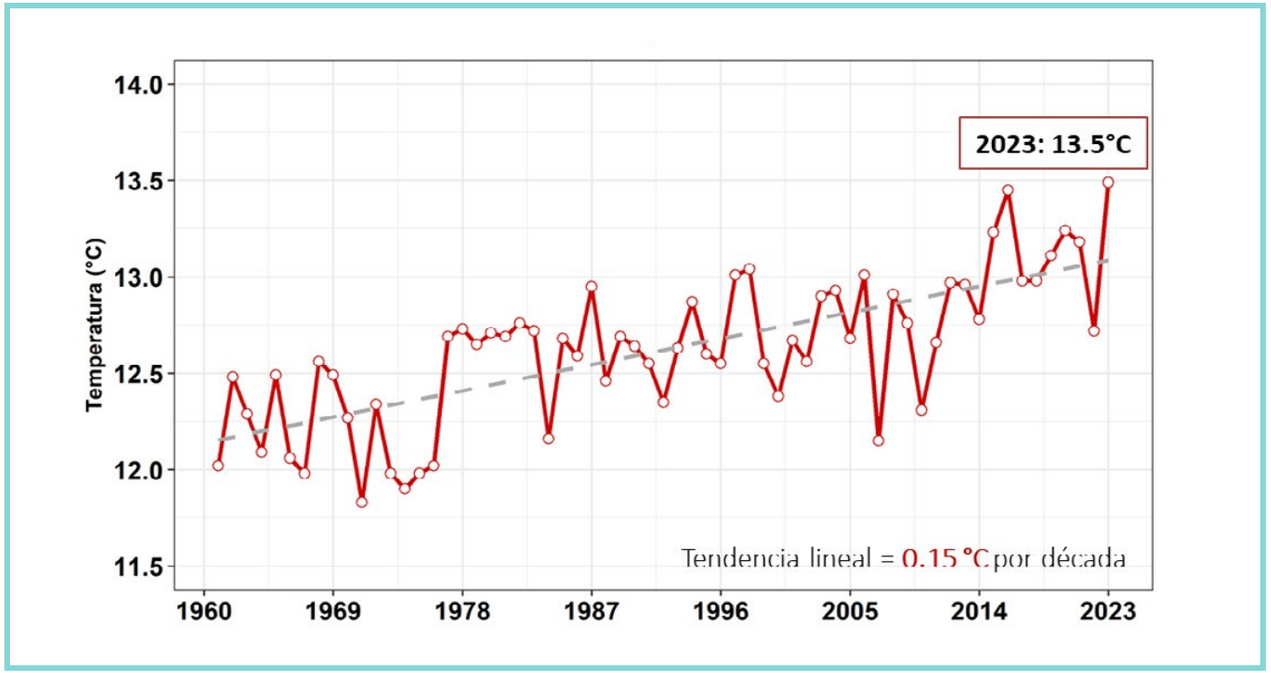


Figura 1.
Evolución de la temperatura media anual de Chile.
Fuente: DMC (2024)

Foto: Nicolás Smith D.

La Figura 2 muestra la distribución espacial de la temperatura media anual en los periodos 1961-1990 y 2009-2023, así como su evolución expresada en la diferencia absoluta entre ambos periodos. Estos promedios se obtuvieron a partir de un total de 156 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de todo el país pertenecientes a la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), la Dirección General de Aguas (DGA), el Servicio Meteorológico de la Armada, la red Agroclima y empresas privadas colaboradoras.

La temperatura media anual nacional aumentó de 12,4°C en el período 1961-1990 a 13,0°C en el período 2009-2023. Las diferencias entre el periodo reciente (2009-2023) respecto al promedio histórico (1961-1990) varían entre -0,15°C y 1,6°C según la localidad del país (Figura 2). Importantemente, el 98% de las estaciones presentan diferencias positivas, mientras las únicas tres estaciones que presentan enfriamiento están ubicadas en el cordón del cinturón de los Oestes en las regiones de Los Lagos y Aysén. Aquellas estaciones que presentan el mayor calentamiento se ubican en los valles y pie de monte de la Cordillera de los Andes entre la Región de Atacama y la Región de Ñuble.

Respecto a la tendencia, la temperatura media ha aumentado a una razón de 0,15°C por década a nivel nacional continental (DMC, 2024). Las variaciones van desde -0,01°C/década con solo una estación con valores negativos, hasta 0,42°C/década en la comuna de Curicó. Consistente con las diferencias entre ambos períodos (Figura 2), las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule y Ñuble presentan las mayores tendencias positivas.

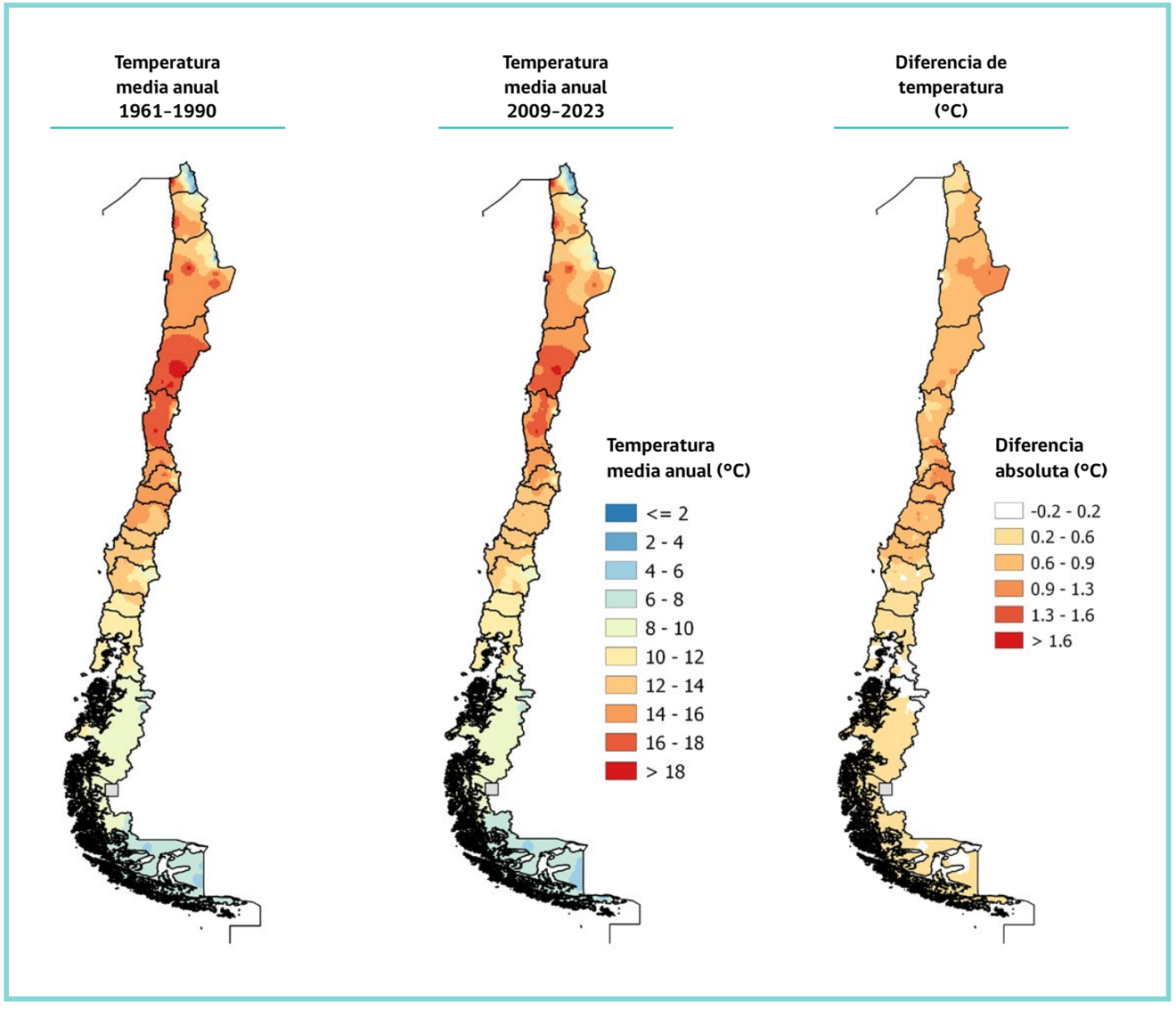


Figura 2. Evolución de la temperatura media anual en Chile y diferencias absolutas entre los periodos 1961 - 1990 y 2009 - 2023.
Fuente: elaborado por DMC para este reporte (2024)

La evolución de la **altitud de la isoterma 0°C** es una variable central en el contexto nacional, ya que corresponde a la referencia de la altitud a la que la precipitación está propensa a cambiar de líquida (agua) a sólida (nieve) (DMC, 2024). La DMC monitorea la isoterma 0°C utilizando observaciones de altura desde radiosondas, a partir de los valores de temperatura medidos en la vertical, en cuatro localidades del país donde existen datos continuos (Antofagasta, Santo Domingo, Puerto Montt y Punta Arenas).

Los análisis de tendencias (línea roja punteada, Figura 3) para el período 1981-2023 muestran que para la zona norte (Antofagasta) existe la mayor alza con 36 m/década, seguida por la zona central (Santo Domingo) y sur (Puerto Montt) con aumentos de 22 y 14 m/década respectivamente. Por el contrario, la zona austral ha presentado un descenso de la isoterma 0°C que alcanza -11 m/década en Punta Arenas. Sin embargo, si se considera solo el período 2000-2023, se observa que todas las zonas registran tendencias hacia el aumento en altitud de la isoterma 0°C. En la zona centro es donde más ha incrementado, con 64 m/década, seguida por la zona sur y norte con aumento de 54 y 51 m/década respectivamente. Mientras que en Punta Arenas se revierte la tendencia negativa observada, a un aumento de 41 m/década (DMC, 2024).

Además de reflejar un aumento en las temperaturas, el aumento en la altitud de la isoterma 0°C tiene como consecuencia la disminución del volumen de nieve acumulada y la duración de su almacenamiento, contribuyendo a la ocurrencia de sequías en temporada estival y la aceleración de la pérdida de masa glaciar y amenazando así la seguridad hídrica futura. Más aún, podría influir en la ocurrencia de eventos extremos como remociones en masa y el aumento brusco de los caudales, generando impactos adicionales en los ecosistemas, la infraestructura y los asentamientos humanos (DMC, 2024).

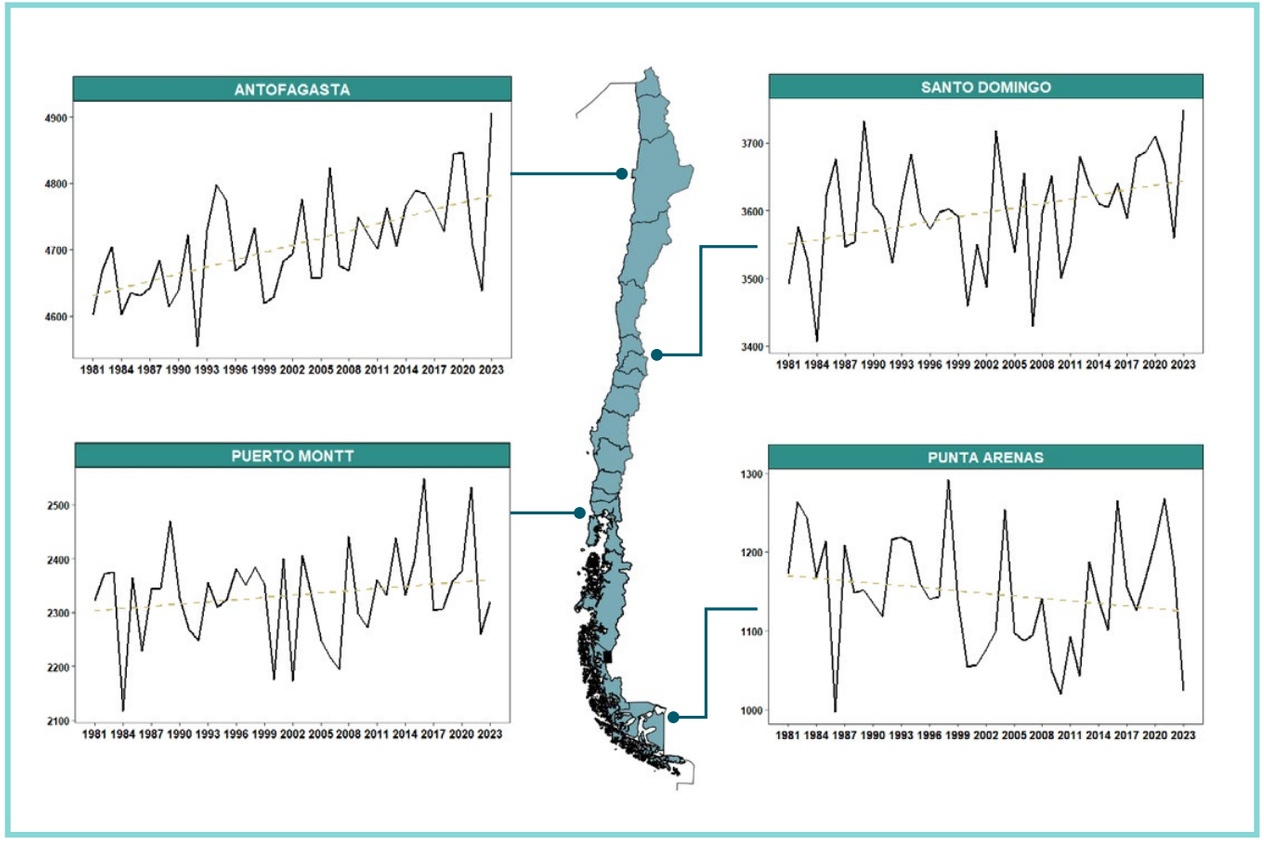


Figura 3. Tendencias de la altura de isoterma 0°C.
Fuente: DMC (2023)

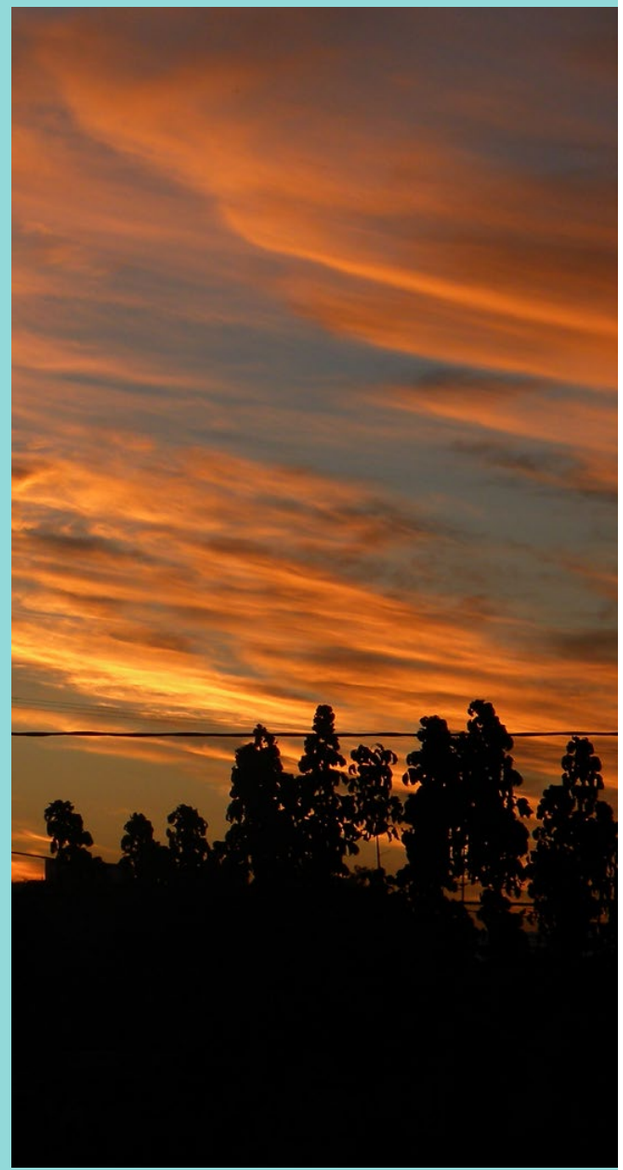


Foto: Fernando Medrano

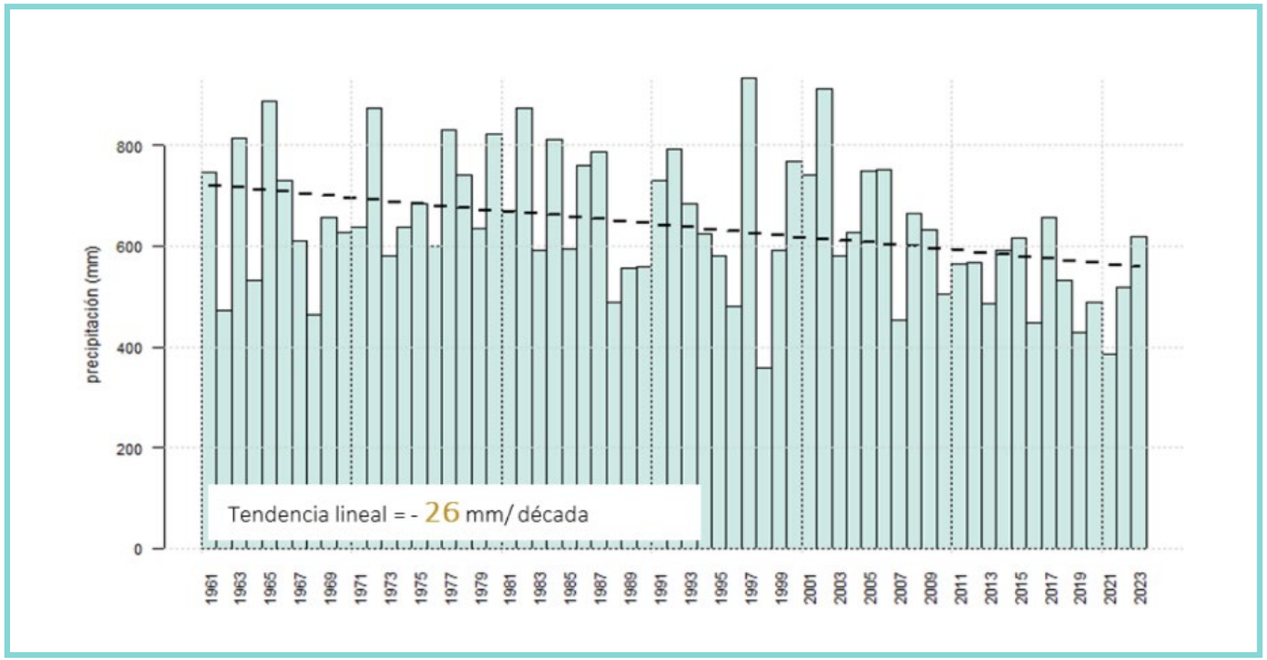


Figura 4. Evolución de la precipitación total anual de Chile.
Fuente: DMC (2024)

Por su parte, la **precipitación acumulada anual** promedio en el país ha tendido a la disminución, pasando de 675,3 mm en el período 1961-1990 a 536,4 mm en el período 2009-2023. Así, se ha observado una variación de -4% por década equivalente a una reducción de 26 mm/década (Figura 4). Así, en el año 2023 la precipitación acumulada anual alcanzó 619 mm, representando un déficit anual de 8,4% (DMC, 2024).

Sin embargo, considerando la diversidad de las condiciones ambientales del país, las tendencias en las precipitaciones son contrastadas según latitudes. La Figura 5 presenta la distribución espacial de la precipitación acumulada anual para los períodos 1961-1990 y 2009-2023, así como su evolución expresada en la diferencia o variación porcentual entre ambos períodos. Estos promedios se obtuvieron a partir de un total de 359 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de todo el país pertenecientes a la DMC, la DGA, el Servicio Meteorológico de la Armada, la red Agroclima y empresas privadas colaboradoras.

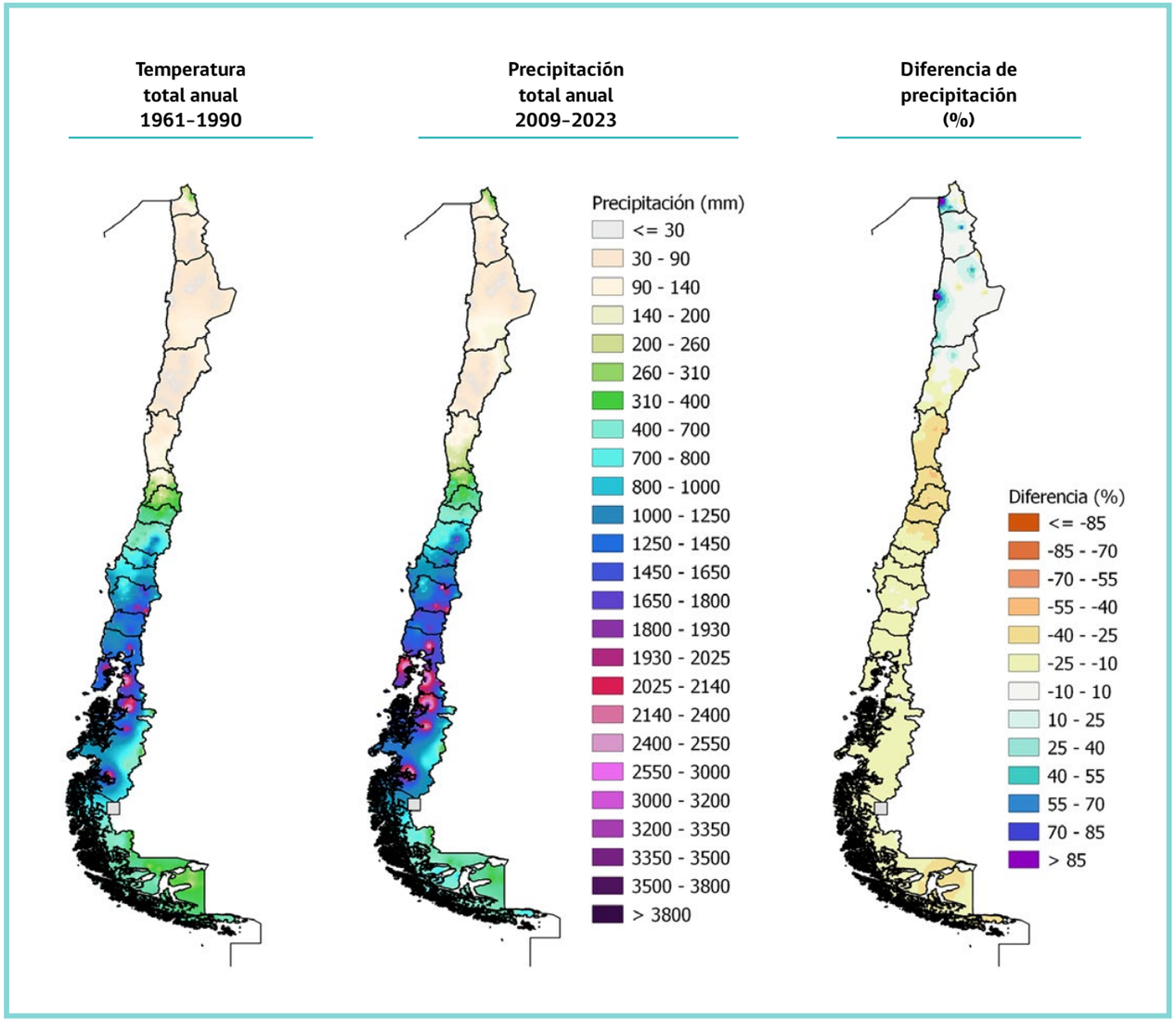


Figura 5. Evolución de la Precipitación Media Anual y su Variación Porcentual entre los periodos 1961 - 1990 y 2009 - 2023.
Fuente: elaborado por DMC para este reporte (2024)

Prácticamente en toda el área continental del país (89%) se ha registrado tendencias a la disminución de precipitación en el período reciente (2009 - 2023) en comparación con los valores históricos (1961-1990), evidenciado de Magallanes hasta parte de Atacama. Las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Coquimbo presentan las mayores reducciones, con entre un 25% y 40% y alcanzando incluso valores de entre -40% y -55% en algunos sectores. Localidades ubicadas en la Región de Valparaíso y Coquimbo hacia la cordillera de los Andes son las más afectadas por la falta de precipitación. En O'Higgins y Maule, se ha observado cerca de un 32% menos de precipitaciones, mientras que en sectores de Magallanes, se observan reducciones que alcanzan el rango -25% y -40%. Por su parte, sectores de Atacama en el norte, y las regiones Ñuble, Biobío, La Araucanía y Aysén en el cetro-sur y sur presentan déficits de entre 15% y 20%, mientras Los Ríos y Los Lagos presentan reducciones menos significativas en términos porcentuales.

Por el contrario, se observa que un 11% de las estaciones meteorológicas del país presentan diferencias positivas en la precipitación total anual para el período 2009 - 2023 en relación al periodo 1961- 1990, en su mayoría localizadas en las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Tarapacá, y el norte de la Región de Atacama. Allí, se observan tendencias positivas de entre 1 y 6 (mm), correspondiente en promedio a un 6%/década.

La **variación en la distribución de los cambios en precipitación** a lo largo del país se mantienen también **en las estaciones del año**. La Figura 6 presenta las tendencias (variación en %/década) de la precipitación anual y estacional decadales desde 1961 a 2023. Se observa que la variación evidenciada en cada una de las estaciones del año se comporta de manera diferente a la escala anual.

Durante el **verano**, la zona central y el norte del país registran aumentos en las precipitacones de cerca del 15% y el 20% por década, alcanzando valores máximos de hasta un 30% en sectores precordilleranos de Copiapó y Los Andes. En cambio, las zonas sur y austral (Araucanía, Los Lagos y Magallanes) han registrado una disminución de las precipitaciones de verano de cerca del 6% por década (DMC, 2024). En **otoño**, los registros muestran que se mantiene la tendencia al aumento de las precipitaciones en el norte, con variaciones del orden del 20% por década y los valores más altos observados en Atacama (30%). Sin embargo, de Valparaíso al sur, se observa una tendencia a la disminución de las precipitaciones de otoño, con reducciones del 4% por década en regiones como O'Higgins y el Maule y 6% en Aysén. Por su parte, el **invierno** ha mantenido una tendencia al aumento de la precipitación en la precordillera del norte, con un promedio del 8% por década entre Arica y Parinacota y Antofagasta. En contraste, el centro del país ha registrado disminuciones significativas, con reducciones del 7% por década en Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. La **primavera** presenta las mayores caídas en las precipitaciones en la zona norte, con una disminución promedio del 20% por década entre Arica y Antofagasta. Desde Atacama hasta el Maule, las reducciones han sido más moderadas, entre el 5% y el 15% por década, mientras que en el sur las tendencias varían entre aumentos del 5% y 10%.

Cabe destacar que las variaciones porcentuales en las precipitaciones medias deben interpretarse con cautela ya que se ven afectadas por la magnitud de los datos de base. En zonas con precipitaciones altas, reducciones porcentuales pequeñas pueden representar una significativa disminución en milímetros acumulados, lo que podría tener efectos importantes sobre los recursos hídricos y los ecosistemas. Inversamente, en áreas con valores absolutos de precipitación bajos, incrementos porcentuales elevados pueden corresponder a pequeños aumentos en milímetros. Por ejemplo, Azapa presenta la mayor tendencia al aumento con un 35%/década, aunque corresponde a tan solo 0,34 mm/década.

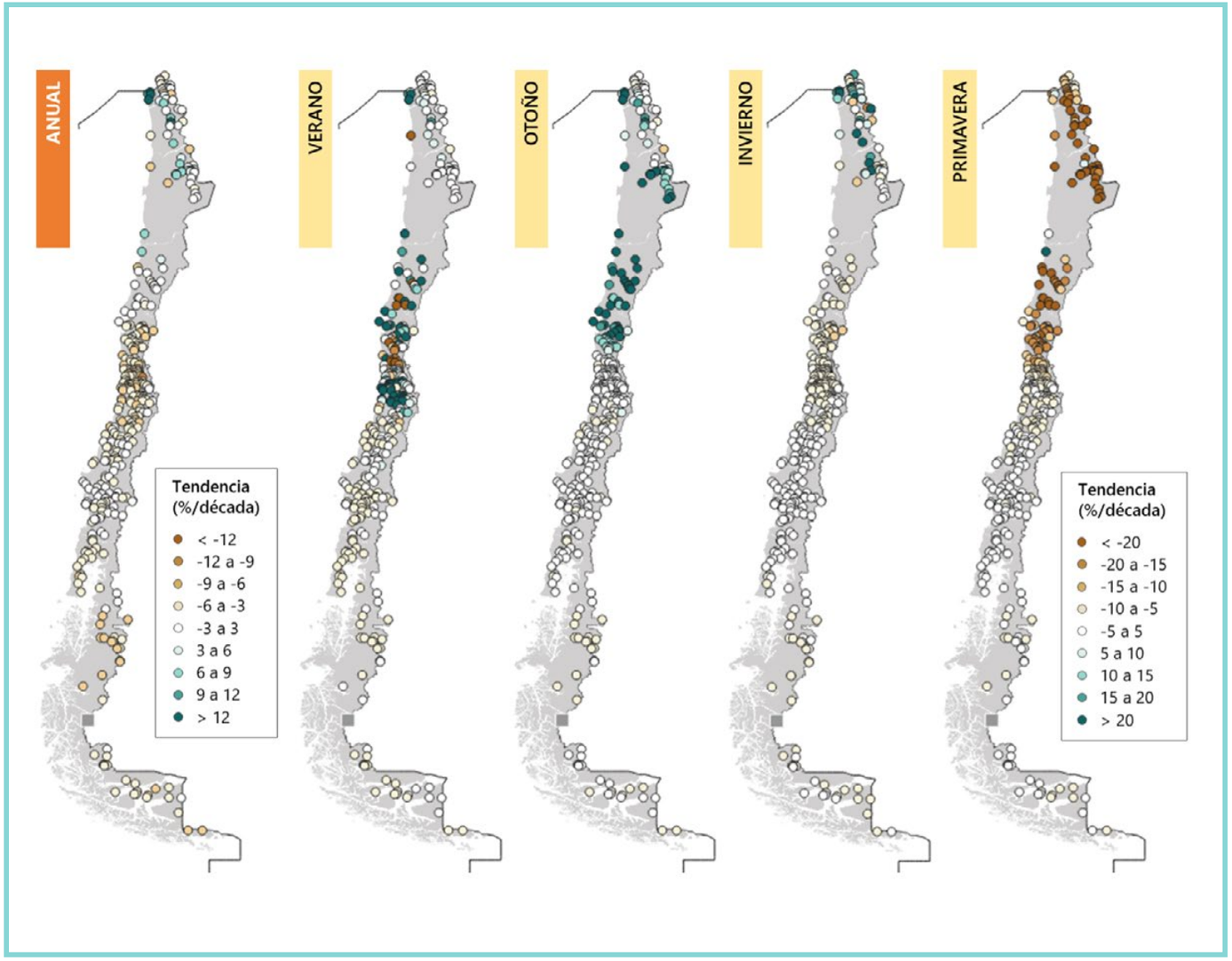


Figura 6. Mapas estacionales de tendencias decadales de la precipitación media en Chile continental entre 1980-2020.
Fuente: elaborado por DMC para este reporte(2024).

En el análisis de tendencias climáticas, el **Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizado** (SPEI, por sus iniciales en inglés) resulta particularmente relevante en el contexto nacional (Beguería *et al.*, 2014). Específicamente, el índice mide la ocurrencia de sequías o exceso de humedad al contrastar precipitación y evapotranspiración: mientras valores positivos indican condiciones más húmedas de lo normal, los valores negativos representan déficit hídrico o sequía, utilizando como umbral el valor menor a -1,04 para decretar severa sequía. La Figura 7 presenta el porcentaje del tiempo en meses en los que el índice es menor a este umbral en el periodo 2014-2023 en relación con el período de referencia 1991-2020.

Se observa que entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos existen condiciones de sequía preponderante, con casi todo el territorio entre un 36% y un 70% de meses con sequía severa (índice menor al umbral) en el período considerado. Lo mismo ocurre en algunas zonas del Norte Grande, incluyendo parte importante de la Región de Antofagasta, y en sectores del sur de Chile. Por otro lado, en las zonas australes del país y sectores del altiplano esta situación se atenúa, con un porcentaje menor de meses con condiciones de sequía severa en el periodo considerado.

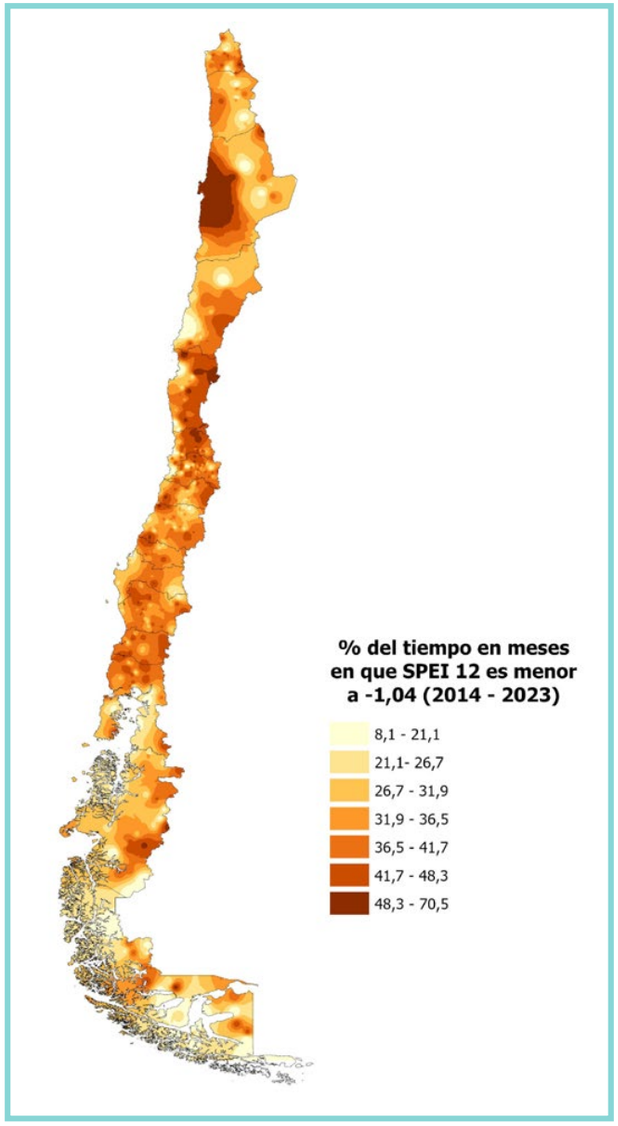


Figura 7.
Distribución espacial del porcentaje de meses con condiciones de sequía severa en Chile, Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizado (SPEI 12) inferior a -1,04, para el período 2014-2023, según el período de referencia 1991-2020.

Fuente: elaboración a partir de CR2MET y estaciones DGA y DMC.

ii. Proyecciones futuras

Chile dispone de proyecciones climáticas para todo el territorio continental, accesibles a través del explorador de amenazas del Atlas de Riesgo Climático (ARClim).[2] Este explorador incluye una serie de índices que cuantifican distintas amenazas climáticas basadas en proyecciones de condiciones meteorológicas adversas (MMA 2020). La plataforma permite visualizar y descargar estos índices climáticos para el territorio nacional a una resolución máxima de una grilla de 5×5 km para los periodos históricos reciente (1980-2010) y futuro cercano (2035-2065), así como las diferencias entre ambos períodos. Los resultados presentan promedios derivados de los Modelos de Circulación General (GCM, por sus iniciales en inglés) empleados en el análisis.

Actualizado en 2023, el explorador de amenazas incorpora nuevos índices en comparación con aquellos desarrollados en la Cuarta Comunicación Nacional de Chile (4CN). Los índices presentados en las Figuras 8, Figura 10 y Figura 12 se sustentan en proyecciones generadas según la iniciativa CMIP-6 del Sexto Reporte (AR6) del IPCC, considerando escenarios de emisiones actualizados a las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas o escenarios SSP (*Shared Socioeconomic Pathways*). Aunque ARClim ofrece diferentes opciones de escenarios de emisiones, las proyecciones que se presentan a continuación corresponden al SSP5-8.5, escenario que describe un futuro con un desarrollo económico, tecnológico y social intensivo en combustibles fósiles, sin políticas climáticas y que resulta en altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La Figura 8 ilustra la referencia histórica, la proyección futura y los cambios proyectados en la **temperatura media anual** en Chile bajo el escenario SSP5-8.5. En el período histórico (1981-2010) se observan marcadas diferencias latitudinales y altitudi-

[2] Disponibles en línea a través de: https://arclim.mma.gob.cl/amenazas2/

nales en la temperatura media, influenciadas por la variabilidad de la altitud y la proximidad al océano. Con un calentamiento proyectado en todo el país, se espera que estas diferencias en la temperatura media anual se intensifiquen hacia un futuro cercano (2035-2065). Las proyecciones indican que el aumento de temperatura será más pronunciado en la cordillera de los Andes y el altiplano del norte, con variaciones promedio entre 2,10 y 2,35 °C, mientras que la costa norte muestra variaciones proyectadas de entre 1,68 y 2,09 °C.

Aunque el patrón de incremento de las temperaturas medias disminuye hacia latitudes más altas, se observan los mayores aumentos en la cordillera y la precordillera. En las regiones centro y centro-norte, el aumento de la temperatura media proyectada se sitúa entre 1,68 °C y 2,09 °C en la cordillera y entre 1,28 °C y 1,67 °C en la costa. Por otro lado, en las zonas sur y austral, los incrementos proyectados son menores, oscilando entre 1,1 °C y 1,67 °C en la zona sur y entre 0,74 °C y 1,27 °C en la zona austral, con los mayores aumentos en la cordillera en ambas zonas.

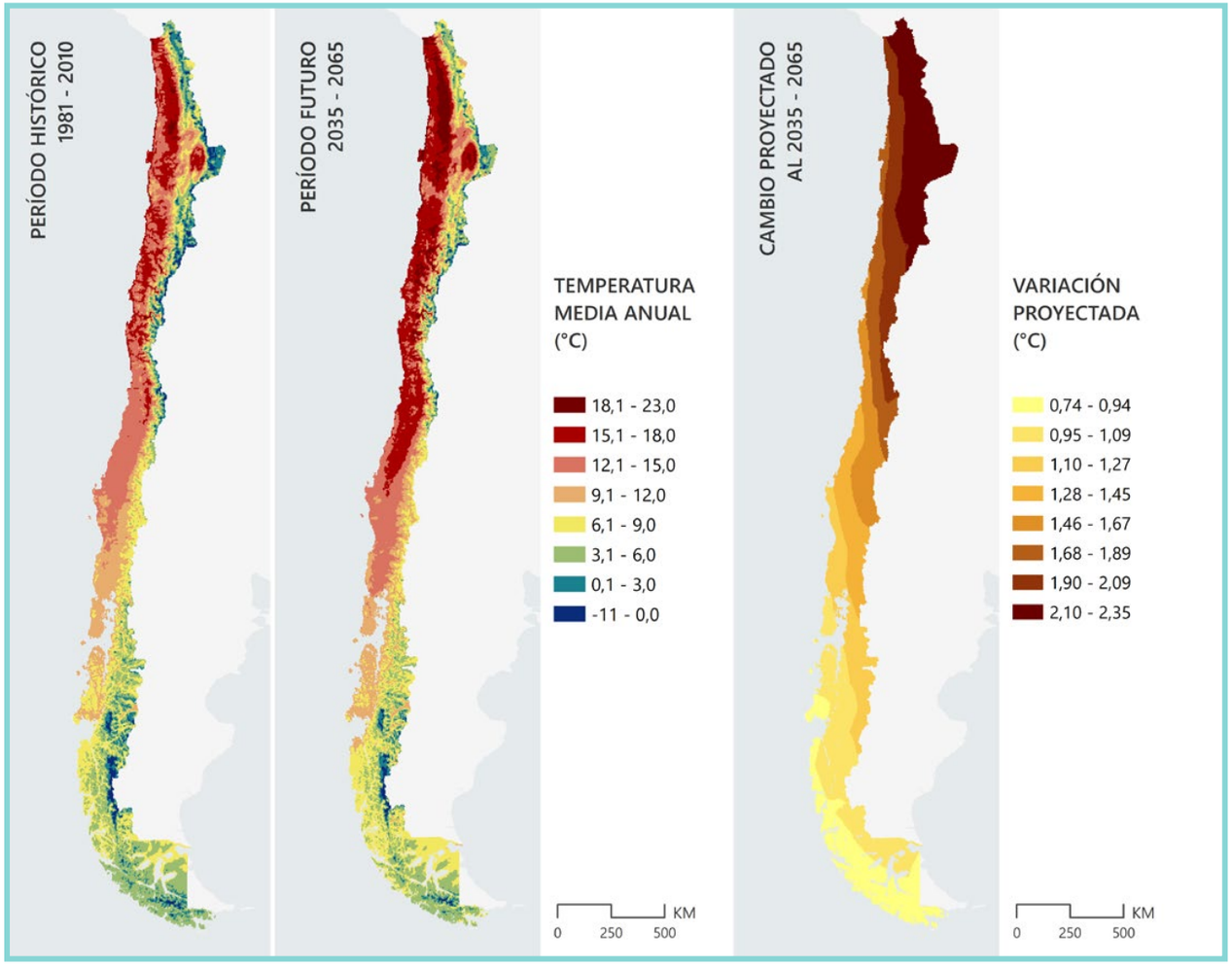


Figura 8. Referencia histórica (1980-2010), proyección futura (2035-2065) y cambios proyectados en promedio de temperatura media anual bajo el escenario SSP5-8.5.

Fuente: elaborado en base Explorador de Amenazas, ARClim (2023).

Este aumento del promedio de las temperaturas medias anuales proyectado a futuro pueden implicar variadas repercusiones en los ecosistemas, los sistemas productivos y en modos de vida a lo largo del país, con impactos potenciales en la salud, la economía y el bienestar. Entre otros impactos potenciales, se podrían acentuar tendencias ya observadas como el aumento de la evapotranspiración con repercusiones en los recursos hídricos, la frecuencia de eventos extremos de calor (Harazika, 2023), la presencia de vectores como *A. aegypti* ya identificados en la actualidad (Contreras *et al.*, 2024). Importantemente, se proyecta una importante reducción de la superficie, con temperaturas medias anuales bajo los 0° C en la cordillera de los Andes y el extremo austral del país en el futuro (2035-2065), lo que podría incrementar el retroceso de glaciares y, con ello, amenazar la seguridad hídrica (Aris *et al.* 2021).

Como complemento a las temperaturas medias anuales promedios proyectadas, el gráfico de la Figura 9 muestra el rango de incertidumbre de las proyecciones para cada macrozona del país bajo el escenario SSP5-8.5 y en distintos periodos futuros (Vicuña *et al.*, 2022). Para el período 2041-2060 se espera así un aumento proyectado de al menos 1 °C para todo el país, con mayores aumentos para el norte y menores para la zona austral. Sin embargo, considerando el grado de incertidumbre, el valor máximo proyectado podría alcanzar los 3,4 °C en la zona norte, los 3,3 °C e centro norte y los 3 °C en la zona centro. Con respecto al 2081-2100, el aumento medio mínimo para el país se estima en 2 °C, doblando así la media proyectada para el periodo de mediano plazo. Cada rango de proyecciones se dobla al pasar del periodo de mediano plazo (2041-2060) al de largo plazo (2081-2100), resultando en valores muy alejados a la temperatura media ideal estipulada en el Acuerdo de París (2 °C).

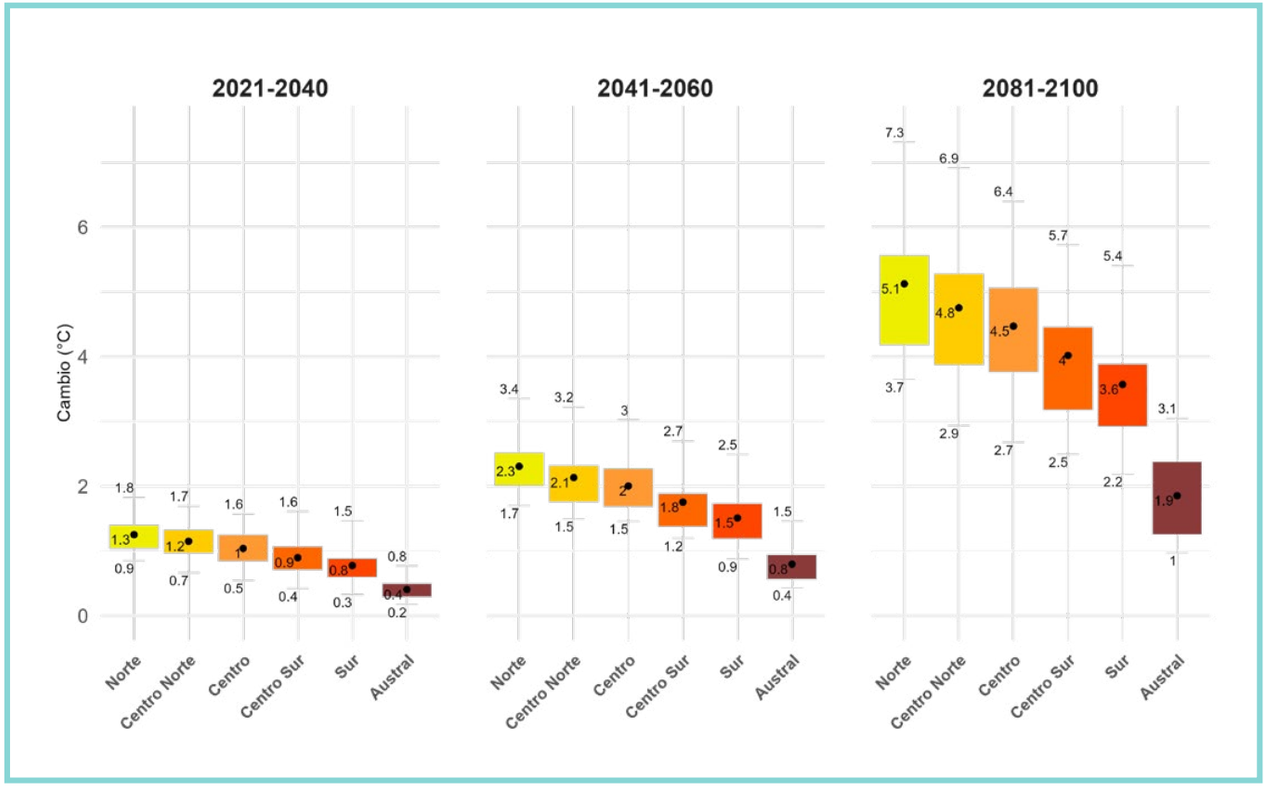


Figura 9. Cambios proyectados en temperatura media anual por macrozona bajo el escenario SSP5-8.5, para tres periodos futuro distintos.
Fuente: adaptado de Vicuña *et al.* (2021).

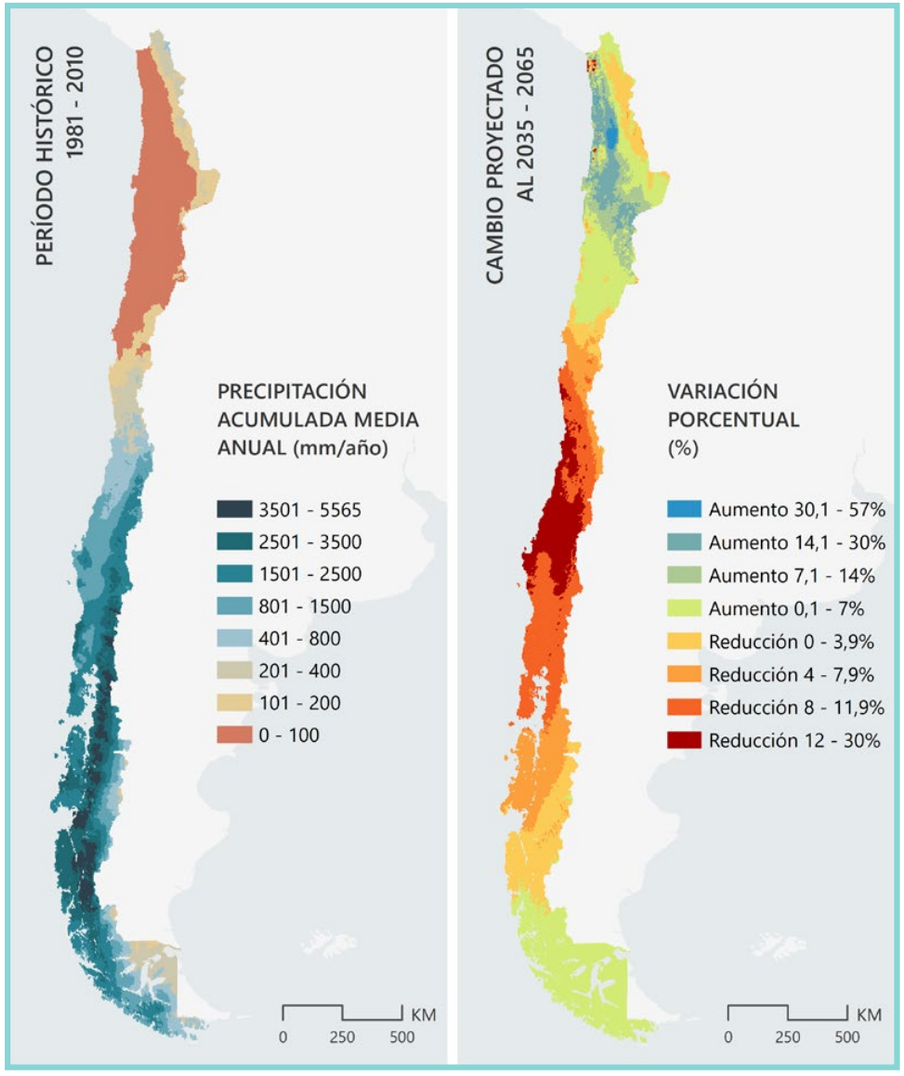


Figura 10. Referencia histórica (1980-2010) y cambios proyectados al periodo 2035-2065 en precipitación acumulada anual bajo el escenario SSP5-8.5.

Fuente: elaborado en base Explorador de Amenazas, ARClim (2023).

Con respecto a la **precipitación acumulada anual**, la referencia histórica (1980-2010) muestra una amplia heterogeneidad de norte a sur, propia de las condiciones geográficas del territorio nacional, sin embargo, los cambios proyectados al 2035-2065 presentan patrones diferenciados (Figura 10). En el norte, el desierto de Atacama presenta precipitaciones que no superan los 100 mm en el período histórico, aunque en la cordillera de los Andes y el altiplano los valores van entre 200 e incluso superan los 400 mm en sectores. De acuerdo con las proyecciones al 2035-2065, estas áreas desérticas podrían experimentar un aumento de hasta el 57 % en la precipitación,[3] sin embargo, se proyectan leves reducciones en sectores de Los Andes de Tarapacá y Arica y Parinacota y fuertes reducciones en la costa de Arica. En la zona centro y centro-sur, desde Valparaíso al Bio Bío, con precipitaciones acumuladas anuales entre 200 mm y 1500 mm, que aumentan de norte a sur y hacia sectores cordilleranos, corresponde al sector de mayores disminuciones al 2035-2065. En efecto, se proyecta una disminución de la precipitación acumulada anual del 12% al 30% para este período, en regiones agrícolas clave y entre las más pobladas del país, poniendo en peligro la seguridad hídrica y alimentaria. En la zona sur hasta sectores de la Patagonia norte se proyectan reducciones del 8% al 11,9% que representan grandes volúmenes de precipitaciones acumuladas considerando las precipitaciones históricas van de 2.501 a 5.565 mm anuales. Finalmente, la zona austral, caracterizada generalmente por sectores de altas precipitaciones anuales, presenta variaciones que van de reducciones de hasta 7,9% a aumentos de hasta 7% en el extremo austral.

Complementariamente, los rangos de las proyecciones de precipitaciones presentados en la Figura 11 (Vicuña *et al.* 2022) dan cuenta de un amplio grado de incertidumbre, especialmente para la zona norte y centro-norte. Más aún, para la zona norte

[3] Cabe destacar que incrementos porcentuales elevados de precipitación acumulada en áreas con valores absolutos bajos, pueden corresponder a aumentos pequeños en milímetros de precipitaciones.

los modelos climáticos entregan resultados contradictorios que, para los tres períodos estudiados, en algunos casos presentan proyecciones al aumento mientras en otros estiman reducciones. En términos generales, en el período de mediano plazo (2041-2060) se proyecta una reducción en las precipitaciones para todo el país, concentrándose estas disminuciones en la macrozona centro. Considerando toda la macrozona norte, se proyecta una disminución promedio de un 4%, mientras que para la macrozona centro se estima que se podrían alcanzar reducciones del 19%. Por su parte, para el período 2081-2100, la incertidumbre aumenta para las macrozonas norte y centro, con valores por sobre los 50% y -50% de cambio proyectado. A excepción del norte y zona austral, las reducciones promedio se acentúan a un rango de 23%-33% para las macrozonas centro-norte, centro, centro-sur y sur (regiones desde Atacama hasta Los Lagos).

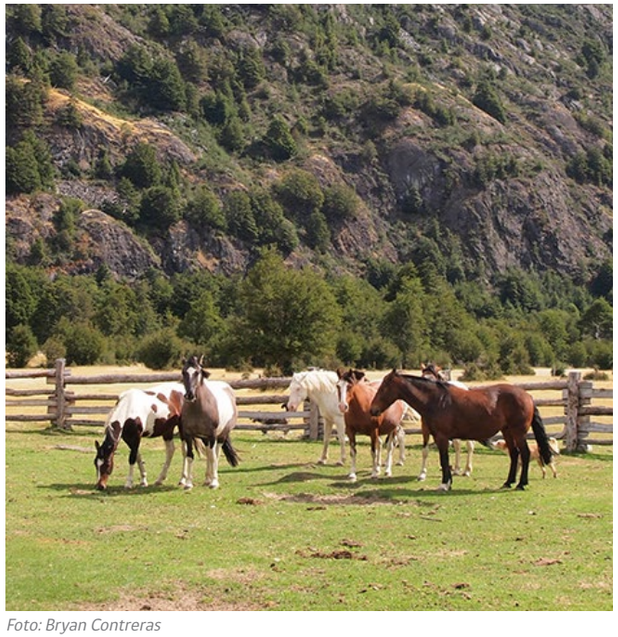


Foto: Bryan Contreras

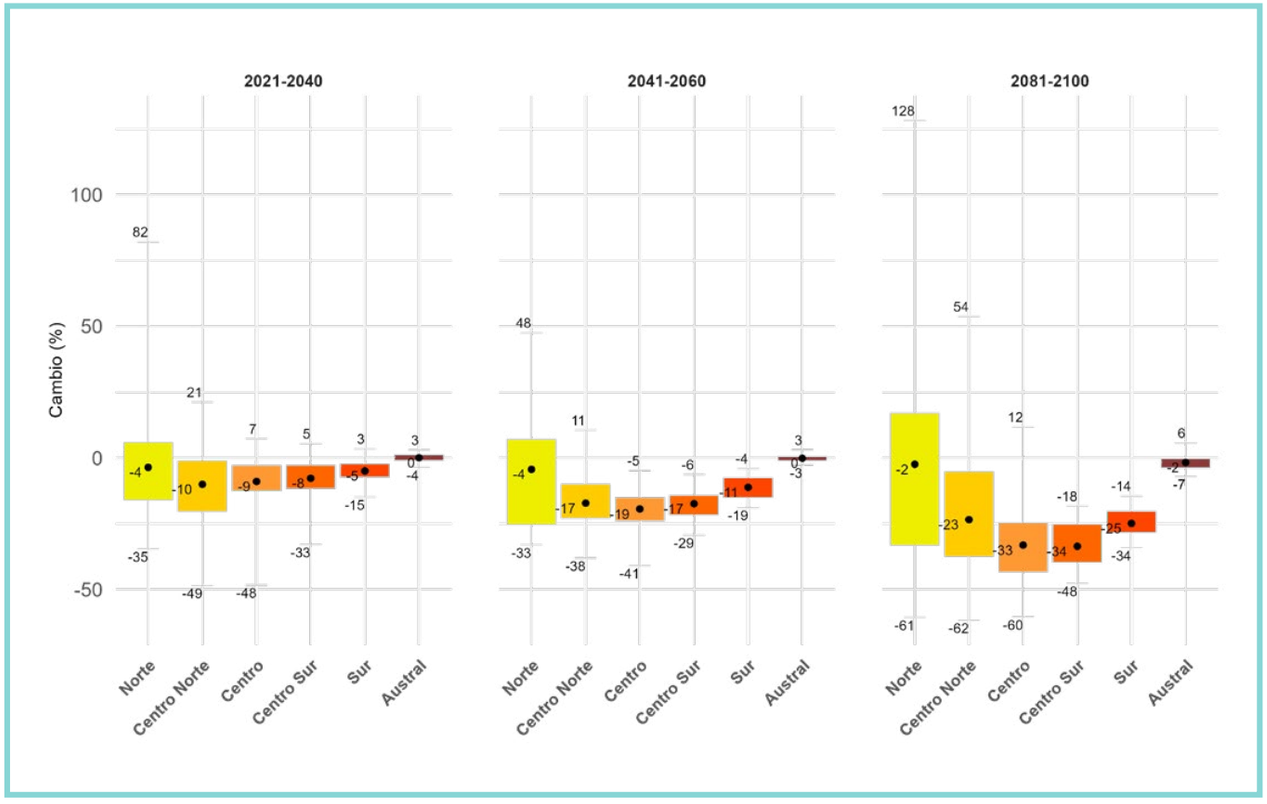


Figura 11. Cambios proyectados en precipitación media anual por macrozona bajo el escenario SSP5-8.5, para tres períodos futuro distintos.
Fuente: adaptado de Vicuña *et al.* (2021).

Finalmente, el efecto combinado del aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones puede observarse en los **cambios en la nieve acumulada media anual** (Figura 12), variable climática de gran importancia para el país. Junto a las proyecciones de reducción de las precipitaciones acumuladas en parte importante del país y el aumento de temperaturas, se espera que la altitud de la isoterma de 0 °C siga aumentando de acuerdo a la tendencia ya observada en las últimas décadas. Con ello, se proyecta también una reducción significativa de la acumulación de nieve en el futuro en casi toda la cordillera de los Andes. De acuerdo con las estimaciones, la disminución en la nieve acumulada alcanzaría un 100% en sectores de la precordillera y los fiordos de la zona sur y, aunque se proyectan menores porcentajes de reducción en sectores más altos de la cordillera y el extremo sur del país (entre -5% a -80% según el sector), estas representan comparativamente la pérdida de grandes volúmenes de nieve en términos absolutos (ARClim, 2023). Esta tendencia amenaza gravemente las reservas y disponibilidad de agua para la agricultura y el consumo humano contribuyendo a la aceleración de la pérdida de masa glaciar y la ocurrencia de sequías en temporada estival, entre otros impactos que podrían afectar a los ecosistemas, comunidades y sistemas productivos.

En síntesis, las proyecciones futuras de temperatura media anual y precipitaciones acumuladas anuales estiman los resultados más críticos en las zonas centro-norte, centro y centro-sur. Los efectos combinados entre el aumento de temperaturas y las marcadas reducciones en las precipitaciones podrían implicar repercusiones importantes para los ecosistemas, asentamientos humanos y los sistemas productivos.

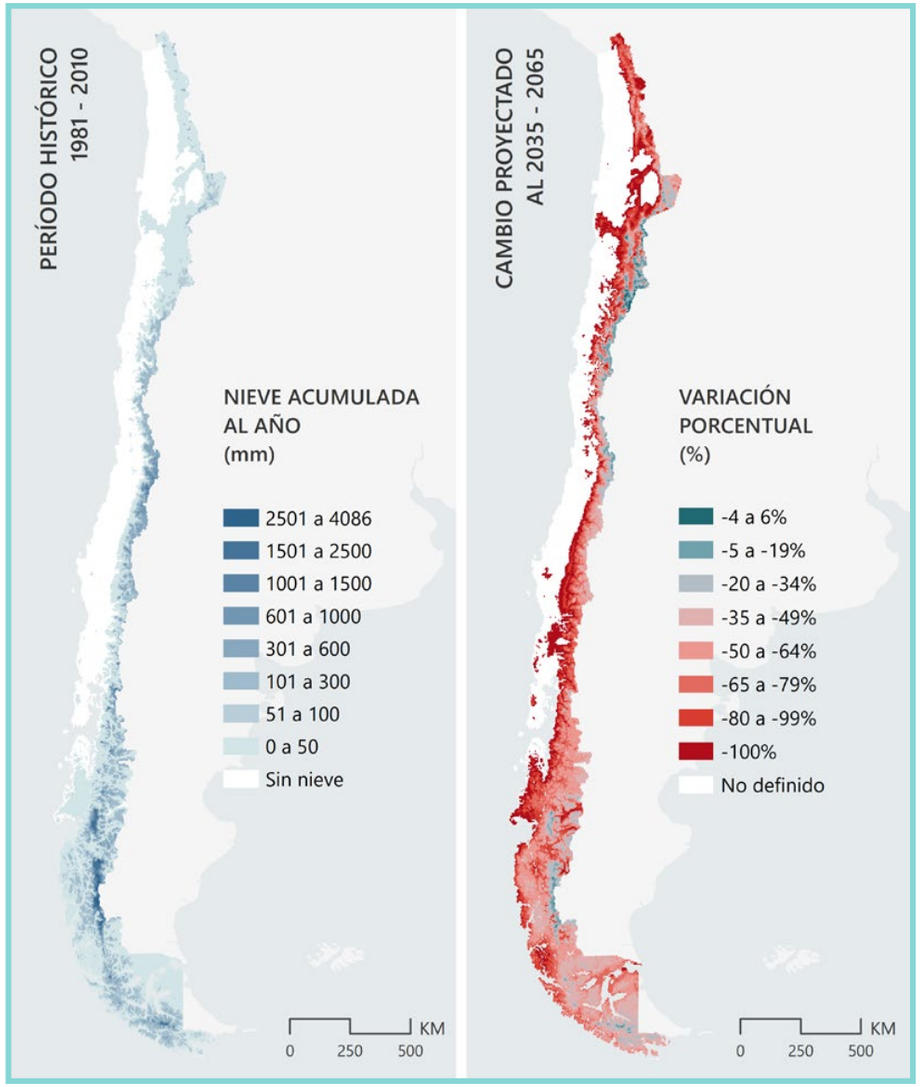


Figura 12. Referencia histórica (1980-2010) y cambios proyectados al periodo 2035-2065 en nieve acumulada anual bajo el escenario SSP5-8.5.

Fuente: elaborado en base Explorador de Amenazas, ARClim (2023).

4.2.1.2 Eventos meteorológicos extremos y amenazas de origen climático actuales y proyectados

i. Tendencias históricas

Los eventos meteorológicos extremos y sus tendencias son estudiados a través de los índices climáticos extremos (ICE) establecidos por la Dirección Meteorológica de Chile. Estos índices son elaborados por medio de datos diarios de precipitación y temperatura, con la finalidad de evaluar cambios a largo plazo en distintos eventos extremos (DMC, 2024).

Tomando en cuenta la información climática de las estaciones que opera la DMC para las principales ciudades del país, se analizaron los cambios en los índices de eventos extremos. La Tabla 1 muestra los cambios, en unidades de tendencia por década, en los índices de precipitación primero y de temperatura después, en la que se ordenan, de izquierda a derecha, las ciudades del país de norte a sur. Con la finalidad de agrupar el análisis por macrozona, se parte con el estudio de los cambios en los índices para la macrozona norte (ciudades desde Arica a La Serena, obviando Rapa Nui). En esta zona es importante destacar la influencia del mar en la regulación de la temperatura de las ciudades ubicadas en la costa: Arica, Iquique y Antofagasta; notando que los índices vinculados a temperaturas altas (máximas, días o noches cálidas, entre otros) tienden a la disminución. A diferencia de las ciudades alejadas del mar (Calama y Copiapó), las cuales sí muestran cambios al aumento en estos índices y destacando el aumento significativo en el número de días al año en los que la temperatura será sobre los 25 °C. De esta manera, se presenta que a futuro la temperatura será mayor tanto durante el día como en la noche en estas ciudades. En cuanto a la precipitación, no se observan cambios significativos en los índices, debido a que es una zona que presenta muy pocos eventos de precipitación durante el año, a excepción de Copiapó y La Serena, los cuales sí muestran una tendencia en el acumulado anual hacia la reducción.

Por el lado de la macrozona centro (ciudades desde Valparaíso a Curicó, obviando Juan Fernández), los cambios en los índices relacionados a temperatura muestran un comportamiento similar. Aumentos tanto en temperaturas mínimas como máximas, además de aumento de periodos cálidos y reducción en períodos fríos. Nuevamente se destaca la capacidad del mar en la regulación de esta variable, notando que tanto Santiago como Curicó muestran un aumento decadal bastante alto en el número de días de verano sobre los 30 °C, mientras que Valparaíso no muestra cambio alguno. Los índices relacionados a precipitación, tal y como se ha presentado en figuras previas, tienden a la disminución en todas las ciudades, con una reducción significativa en la cantidad de precipitación total que pueda caer al año. Esta disminución ha afectado y puede afectar a futuro en la principal fuente de disponibilidad de agua tanto para el humano como para los ecosistemas, la cual se ve aún más vulnerable si se vincula con el aumento de temperatura, dado que reduce las posibilidades de almacenamiento de esta como agua nieve o hielo (la principal fuente de disponible para el periodo estival de estas zonas).

En cuanto a la macrozona sur (ciudades desde Chillán a Puerto Montt), las ciudades han presenciado un aumento de las temperaturas durante día y noche a lo largo de los años, siendo la ciudad de Puerto Montt la menos afectada. Mientras que, por el lado de las precipitaciones, todas también han presenciado disminuciones en la frecuencia de estos eventos y en la cantidad de agua caída al año, siendo Concepción la menos afectada.

En la macrozona austral (ciudades desde Coyhaique a Punta Arenas) los cambios en temperatura son menores, como consecuencia de la presencia marina y de la ubicación cercana a la zona polar. De todas formas, los cambios tienden a un aumento de temperaturas. Para las precipitaciones los cambios son variados, teniendo que en Coyhaique los cambios son hacia el aumento en frecuencia y cantidad de agua caída, para Balmaceda ha habido reducción en la cantidad de agua caída, pero aumento en la intensidad, y en Punta Arenas los cambios son hacia a la reducción.

Finalmente, para los casos insulares (Rapa Nui y Juan Fernández) se tiene que ambos han mostrado tendencia al aumento en los índices de temperatura y reducción en los de precipitación.

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 1. Tendencias decadales en índices de eventos climatológicos extremos en ciudades en Chile, para precipitación (1961-2023) y temperatura (1981-2023).

	Índice climático		Arica	Iquique	Calama	Antofagasta	Rapa Nui	Copiapó	La Serena	Valparaíso	Santiago	Juan Fernández	Curicó	Chillán	Concepción	Temuco	Valdivia	Osorno	Puerto Montt	Coyhaique	Balmaceda	Punta Arenas
Precipitación	Días consecutivos secos	días	-8,1	-1,3	-9,5	-10,1	-0,7	7,9	8	7,6	3,4	-1,1	4	3,5	0,3	-0,4	0,3	0,3	-0,7	0,4	2,9	-0,7
	Días consecutivos húmedos	días	0,1	0	0,2	0,1	-0,3	0	-0,1	-0,5	-0,4	-0,4	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,1	-0,1	-0,2
	Días con prec. sobre 1 mm	días	0,2	0	0,3	0,1	0,2	-0,1	-0,6	-1,9	-2,8	0,4	-3,2	-3,5	-3	-2,5	-4	-4,1	-5,3	-1,3	-3	-1,6
	Días con prec. sobre 10 mm (Intensa)	días	-	-	0	0,1	-3,1	-0,1	-0,3	-1	-1,6	-2,7	-2,1	-3,7	-3,6	-2,2	-2,4	-1,3	-3,7	0,4	-0,6	-1,2
	Días con prec. sobre 20 mm (Muy Intensa)	días)	-	-	0	0	-2,6	-0,1	-0,1	-0,8	-0,9	-1,1	-1,8	-2,7	-1,9	-1,3	-0,9	-0,6	-1	1	0	-0,3
	Intensidad de la prec.	mm	0,3	0,1	0,1	0,2	-1	-1	-0,5	-0,9	-0,8	-0,5	-0,6	-1,2	-0,9	-0,3	-0,2	0	-0,3	0,3	0	-0,3
	Precipitación anual total	mm	0,4	-0,1	-0,2	0,8	114,4	-3,2	-9,7	-49,1	-52,1	-54,6	-69	-135,1	106,3	-52,3	-68	-40,7	-91,2	23,6	-16,6	-30,1
	Máxima de prec. en 1 día	mm	0,2	0	-0,2	0,6	-6	-2	-3,2	-6,8	-5,2	0,7	-1,3	-8,4	-9,9	1,1	-2,5	-1,4	-4,3	5,6	1,7	-1,7
	Máxima de prec. en 5 día	mm	0,2	0	0	0,6	-16,5	-2,8	-6,5	-13,6	-12,7	4,1	-5,8	-19,1	-15,9	0,3	-6,4	-4,5	-4,3	5,9	1,2	-4,1
	Total anual de prec. Intensa (p95)	mm	0	0	-1,1	0,7	-70,5	-1,4	-4,5	-23,9	-19,4	-31,1	-19,9	-64,5	-45,1	-13,5	-20,9	-15,7	-31	40,5	3,2	-17,7
	Total anual de prec. Muy intensa (p99)	mm	0	0	0	0,9	-23,6	0	-2,5	-5,6	-9,2	-6,5	-1,8	-21,5	-18,3	4,6	-16,4	-8,2	-16,5	28,7	9,4	-4
Temperatura	Días de verano sobre 30°C	días	-0,4	0	0,1	0	0	3,3	0	0	7,2	0	9,2	5,4	0,1	2,1	1,7	0,8	0	0,8	0,5	0
	Días de verano sobre 25°C	días	-8,3	-7	15,9	-2,1	4,6	10,6	0,5	0,7	7	0,4	6,5	4,8	1,7	7,9	4,8	4,2	0,8	2,9	2,4	0,1
	Temp. Máxima absoluta	°C	-0,1	0,1	0,3	-0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,5	0,1	0,6	0,7	0,6	1,3	1,1	0,8	0,4	0,9	0,9	0,5
	Temp. Máxima mínima	°C	-0,2	-0,1	0,8	-0,3	0,1	-0,3	0,1	0,2	0,4	0	-0,1	0	-0,1	-0,2	0	-0,4	0,2	0,2	0,3	0,4
	Temp. Mínima máxima	°C	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	-0,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0,4	0,3	0,2
	Temp. Mínima absoluta	°C	0,6	0,3	0,3	0,2	-0,1	0,5	0	0,1	0	-0,2	-0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,3	0,3	0,2
	Temp. Media máxima	°C	0	-0,1	0,3	-0,1	0	0,2	0	0,1	0,2	-0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0,2	0,1
	Temp. Media mínima	°C	0,2	0,1	0,4	0	0	0,2	0,1	0	0	-0,1	0,3	0	0,2	-0,2	-0,1	0	-0,1	-0,1	0	0,1
	Días cálidos	%	-3,4	-2,5	2,7	-2,7	1,2	3,7	-0,2	1,1	2,9	0,3	3,7	2,1	0,8	2,1	1,6	1,2	0,3	1,5	1,6	1,5
	Días fríos	%	3,9	3,3	-2	7,7	-2	-1	0,5	-1,3	-1,5	0,2	-0,9	-0,5	0,4	-0,8	-0,4	-0,3	-0,3	-1,1	-1,6	-0,6
	Días gélidos	días	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	-1,5	-0,8
	Número de días con heladas	días	-	-	-8,1	-	-	-0,1	-	-	-	-	-1	0,8	-0,1	2,9	1,5	0	1,7	4	1,4	-2,6
	Noches cálidas	%	0,4	1,1	4	-0,9	0,4	-0,5	-0,1	0,3	-0,1	-1	2,4	-0,3	0,5	-0,5	-0,1	0,3	0,3	0,4	0,9	1
	Noches frías	%	-2,5	-0,5	-2,3	-0,6	1	-2,4	-1,1	0	-0,8	1,7	-2,3	-0,3	-0,9	1,8	1,1	-0,3	0,5	0,9	0,6	-0,6
	Noches tropicales	días	4,4	2	0	-0,6	-0,2	0,1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amplitud térmica	°C	-0,4	-0,4	-0,1	-0,3	0,2	0,1	-0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	-0,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1
	Período cálido	días	-8,4	-0,9	2,7	-3,6	1,3	3,7	1,1	0,5	2,1	1,2	2,9	1,6	0,4	1	1,5	0,5	-0,1	0,7	1,3	0,8
	Período frio	días	0,1	0,5	-1,4	0,4	1,1	0,1	0,1	0,2	-0,2	0,6	-0,3	0,1	-0,1	0,5	-0,1	0	-0,1	0,2	-0,6	-0,3

Fuente: DMC (2024).

ii. Proyecciones futuras

Además de índices con las condiciones climáticas medias, el explorador de amenazas de ARClim entrega proyecciones de indicadores de eventos climáticos extremos disponibles en la plataforma online[4], similares a los presentados en la Tabla 1. Entre otros índices disponibles, a continuación se presentan los cambios proyectados en los indicadores de ola de calor >30°C, frecuencia de sequías y lluvia máxima diaria (Figura 13) relacionados a eventos extremos de temperatura y de precipitación.

Las proyecciones para 2035-2065 estiman un aumento significativo en la frecuencia de **olas de calor con temperaturas superiores a 30 °C** por tres o más días consecutivos[5], en casi todo el país, excluyendo la región de Magallanes y la Antártica Chilena (Figura 13, a). Los incrementos más críticos se proyectan en el sector de la Pampa y el Altiplano, donde los días consecutivos sobre 30°C podrían aumentar hasta en 180 días. En el valle central entre las regiones de Valparaíso y Ñuble también se proyecta un aumento importante de las olas de calor, con episodios que podrían extenderse en 10 y 80 días consecutivos sobre 30 °C adicionales a los registrados actualmente.

En cuanto a la **frecuencia de sequías**[6] (Figura 13, b) las proyecciones presentan patrones variados a lo largo del país respecto del período histórico. En la zona austral y sectores de la zona norte, se espera una frecuencia similar o levemente menor en los períodos de sequía (con valores entre 0 a 8,8%), a saber, con precipitaciones acumuladas inferiores al 75% del promedio histórico. En contraste, el altiplano de Arica y Parinacota, Tarapacá,

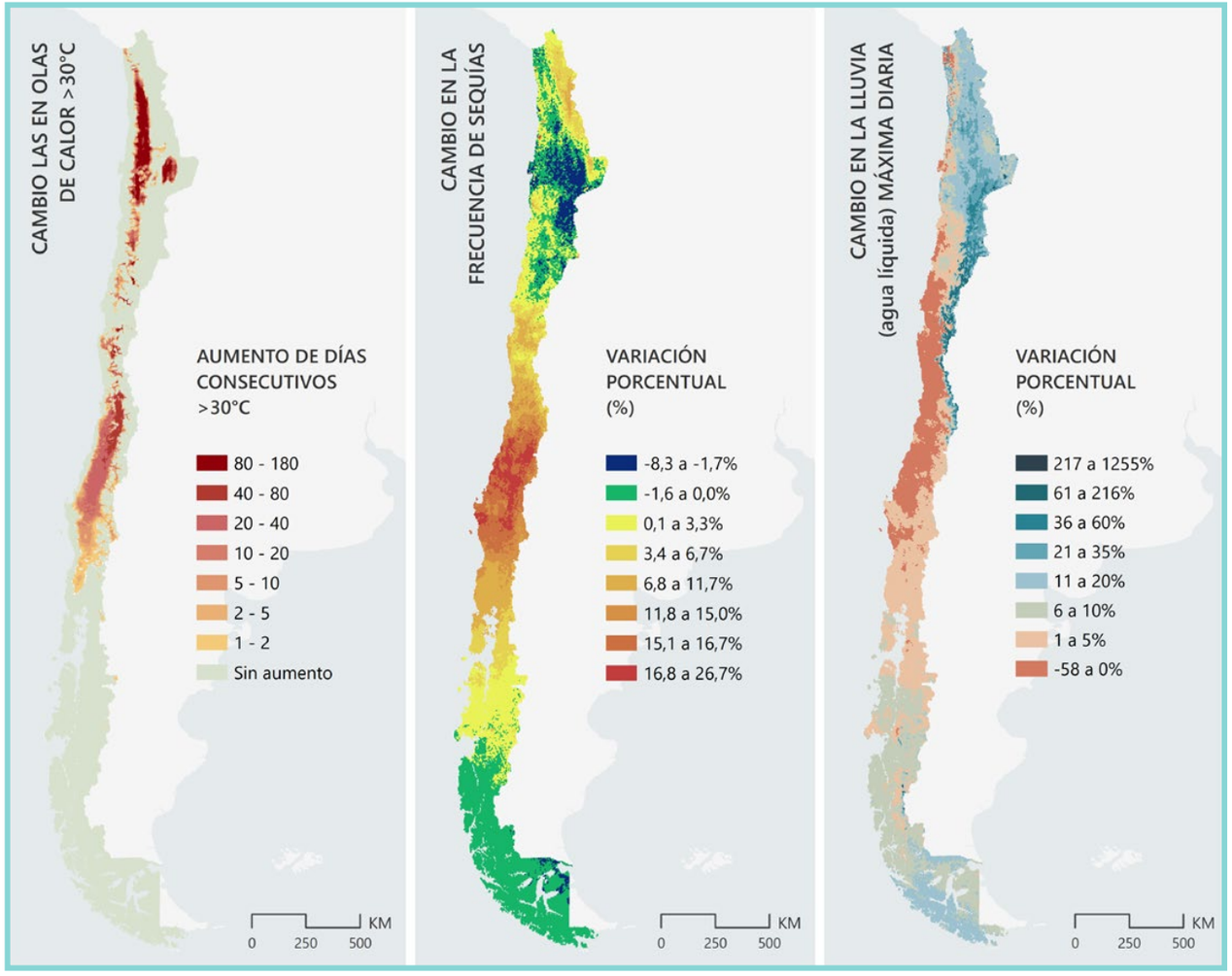


Figura 13. Cambios proyectados en: a) olas de calor (días consecutivos sobre 30°C), c) frecuencia de sequía y d) lluvia máxima diaria para el periodo 2035-2065 con respecto 1980-2010 bajo el escenario SSP5-8.5.

Fuente: ARClim (2024).

[4] El listado de posibles índices se puede revisar en la Plataforma ARClim: https://arclim.mma.gob.cl/amenazas2/

[5] El índice de ola de calor de ARClim (2023) corresponde al número de días en donde la temperatura máxima diaria supera los 30°C durante 3 o más días seguidos

[6] La frecuencia de sequía de ARClim (2023) corresponde a la frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio en el periodo de referencia (1980 a 2010).

Antofagasta y las regiones entre Coquimbo y Aysén podrían experimentar aumentos en la frecuencia de sequías, con valores que van de leves a críticos. Sin embargo, las regiones de la zona centro y centro-sur, densamente pobladas y cruciales para la agricultura, se proyectan como las más afectadas por el aumento en la frecuencia de sequías con valores de entre el 15% y el 27%.

Finalmente, las proyecciones de **lluvia máxima diaria**[7] (Figura 13, c) se distribuyen heterogéneamente en el territorio nacional. Mientras se estima una disminución de las lluvias máximas en la costa, la cordillera de la Costa y los valles desde Atacama hasta el Bio Bío, se observa una tendencia al aumento en el resto del país que podrían resultar en episodios de inundaciones. La zona austral podría experimentar aumentos de hasta un 20% en las lluvias máximas, que en términos absolutos (mm) pueden ser importantes considerando las altas precipitaciones que la caracterizan. En la pampa y Los Andes, desde Antofagasta al norte, los aumentos proyectados en las lluvias máximas varían entre un 11% y un 60%, mientras que las variaciones porcentuales más extremas se concentran en la cordillera de los Andes, entre las regiones de Atacama y Metropolitana, donde se prevén aumentos que podrían alcanzar el doble respecto al período histórico.

La interacción entre las proyecciones de eventos extremos y las tendencias climáticas de temperatura y precipitaciones proyectadas presenta un potencial significativo de impactos y riesgos para los sistemas socio-ecológicos de Chile. Con el aumento de las temperaturas, el incremento en las precipitaciones máximas (en forma de agua líquida) en sectores de la cordillera de los Andes podría traducirse en un mayor riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra. En la zona centro y centro-sur, el aumento proyectado en la frecuencia e intensidad de las olas de calor es particularmente preocupante debido a los posibles efectos en la salud pública, el bienestar de la población, los ecosistemas y los sistemas productivos, en una región que concentra una importante proporción de la población y de la producción agrícola del país.

El impacto conjunto del aumento proyectado en las olas de calor y la mayor incidencia de sequías en las zonas centro y centro-sur podría intensificar la tendencia observada en la megasequía, caracterizada por déficits hídricos sin precedentes en el último milenio. Además, se espera que esta combinación agrave el nuevo régimen de incendios, ya observado en la forma de un aumento notable en la incidencia de grandes incendios forestales, potenciados por factores humanos, la expansión de monocultivos y las condiciones climáticas más cálidas y secas (CR2, 2023), con graves consecuencias en términos de pérdidas humanas y materiales.

En cuanto a las tendencias ambientales oceánicas de la Patagonia chilena, las proyecciones indican que el aumento en la frecuencia de olas de calor y sequías, combinado con otros factores como la variabilidad climática natural y el incremento de la intensidad de los vientos del sur, podría acentuar las floraciones algales nocivas (Garreaud, 2018). Esto podría tener repercusiones significativas en la salud pública y efectos en cascada en los ecosistemas marinos, afectando a las comunidades y sectores productivos (turismo, pesca artesanal y acuicultura) que dependen de estos ecosistemas, de acuerdo con estudios recientes (Ugarte *et al.*, 2023).

4.2.1.3 Tendencias y proyecciones en océanos

Nivel medio del mar

El nivel medio del mar se mide instrumentalmente mediante mareógrafos (nivel relativo al terreno) o estimaciones satelitales (absoluto). En un país sísmico como Chile, el nivel medio del mar obtenido de mareógrafos de más de 40 años está altamente afectado por las variaciones corticales asociadas al ciclo sísmico (Dinámica Costera, 2023). Los registros instrumentales del nivel del mar obtenidos de mareógrafos del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) muestran una distribución espacial no homogénea en el margen continental (Contreras-López *et al.,* 2017; MMA, 2019h), con aumentos de hasta 0,38 [cm/año] en San Antonio y disminuciones de hasta -0,40 [cm/año] en Puerto Montt. Con excepción de Caldera, las estaciones del norte muestran una caída de -0,13 a -0,04 [cm/año]. La zona central del país muestra tendencia al aumento, probablemente atribuibles a efectos locales. Corral y Puerto Montt muestran las mayores caídas en el nivel medio del mar en todo el país. En el mar interior chileno no hay registros a largo plazo, mientras que, en Puerto Williams, el aumento es de 0,1 [cm/año].

En lo que respecta a proyección, se observa en la Figura 14 que mientras más alejado es el período estudiado y peor el escenario de emisiones considerado, mayor será el aumento del nivel medio del mar para las costas de Chile. Los aumentos para el horizonte medio son próximos a los 0,5 m sobre la referencia de 1985-2014, mientras que para finales del siglo el aumento estimado es cercano a 1 m. Causantes de estos efectos son los aumentos en los deshielos de los árticos/antárticos y criósfera, cuales inyectan mayor volumen de agua a los mares, y el aumento de la temperatura, la que provoca un fenómeno conocido como dilatación de los océanos (Dinámica Costera, 2023). Esto genera una mayor exposición a las infraestructuras ubicadas en las cercanías de las costas, las cuales pueden sufrir inundaciones tras aumentos intensos y momentáneos de los niveles de mar costeros.

[7] La lluvia máxima diaria de ARClim (2023) corresponde al valor máximo de la lluvia o agua líquida acumulada en un día

Oleaje

El oleaje medio corresponde a otra variable oceánica que influye en los asentamientos humanos costeros, además de las actividades económicas vinculadas a esta zona (pesca, turismo, entre otros). Se ha demostrado que el cambio climático ha alterado la frecuencia e intensidad de las marejadas en las costas del territorio nacional (Martínez *et al.* 2018, 2022), como consecuencia de una distribución desigual del calentamiento superficial inducido por los GEI en el hemisferio sur. En mayor detalle, debido al aumento de GEI en la atmósfera las regiones costeras subantárticas se calientan (cercanos a los 60° latitud sur), siendo más rápido este calentamiento en el continente que en el mar. Lo que provoca a su vez un gradiente térmico que permite el movimiento de grandes masas de aire hacia el oeste, y por consecuencia también el movimiento del oleaje (Dinámica Costera, 2023).

Se muestra en la Figura 15 las estadísticas del Atlas de Oleaje de Chile (Beyá *et al.,* 2017) y sus tendencias históricas para las variables de altura significativa, período medio y dirección media. Las alturas significativas (altura de la ola que se observa si se está en el valle, o bien, punto menor entre dos olas) muestran un aumento en el rango de 0,003 y 0,011 [m/año], siendo las tendencias mayores hacia el sur Figura 15 a. Este rango equivale a un aumento de 0,1 a 0,4 m desde 1980 a 2015, lo que implica que la altura significativa aumentó entre 10% y 20%. Los períodos del oleaje (tiempo en segundos que transcurre entre las crestas de dos olas) muestran un aumento poco significativo, de 0,4% a 3,5%, debido a la migración al sur de la zona de generación de oleaje Figura 15 b. La Figura 15 c representa un giro al sur en la dirección del oleaje del orden de 0,1°/año entre los 19 °S y 41 °S, equivalente a 3,5° para el período analizado, en tanto que hacia el sur dicha tendencia es menor. Este giro al sur se atribuye a la deriva al sur del anticiclón del Pacífico (Schneider *et al.,* 2017), que podría tener consecuencias en playas arenosas relativamente largas y abiertas. Estos resultados coinciden con los encontrados

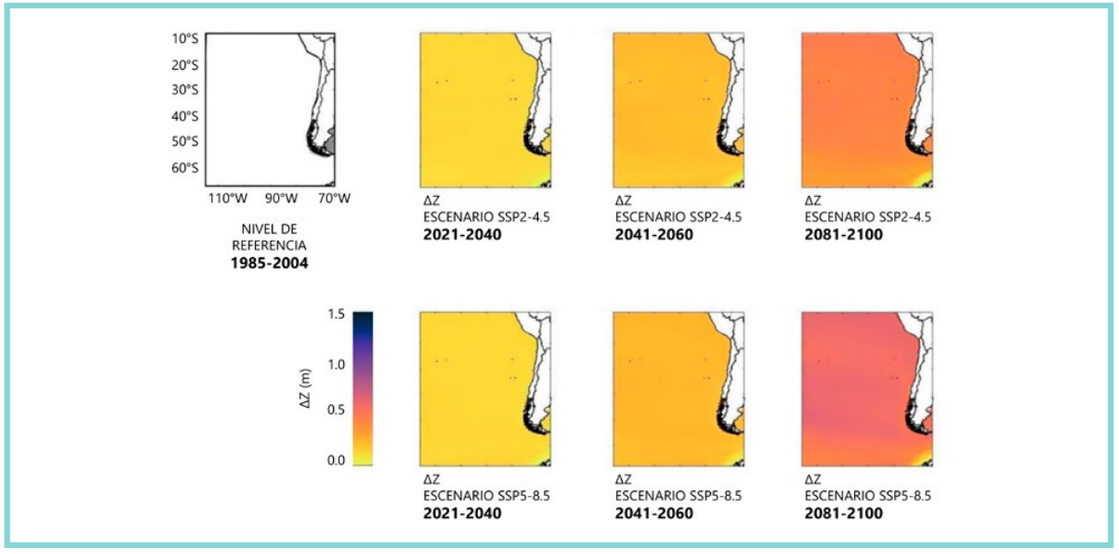


Figura 14. Aumento del nivel medio del mar promedio para los horizontes cercano (2021-2040), medio (2041-2060) y lejano (2081-2100) en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5.

Fuente: MMA (2019).

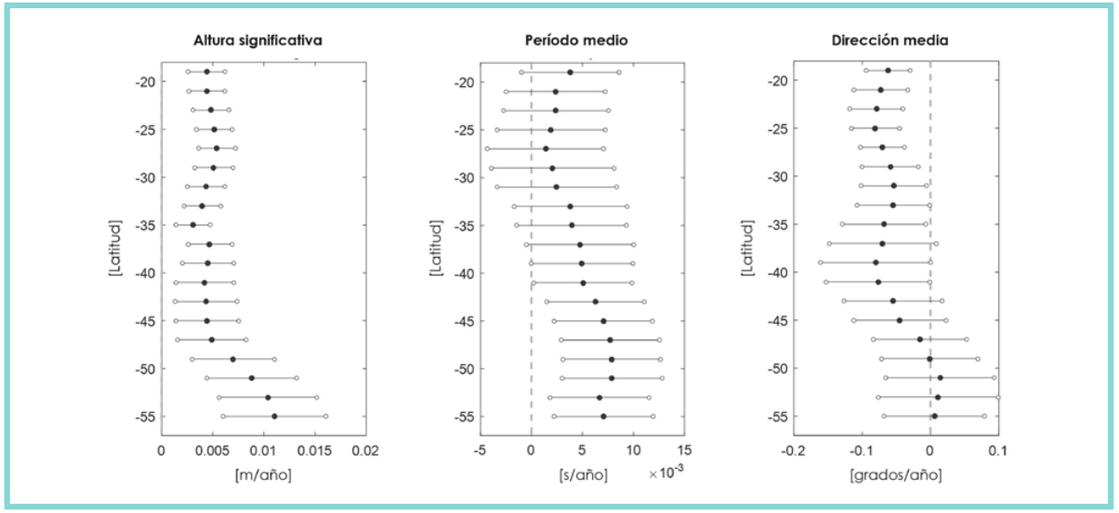


Figura 15. Tasa de variación anual de la altura significativa (a), período medio (b) y dirección media (c) en 19 nudos numéricos cada 2° entre 19 °S y 55 °S, obtenidos del Atlas de Oleaje entre 1980 y 2015.

Fuente: Beyá et al. (2017).

por Molina *et al.* (2011), quienes calcularon un aumento de 10 cm en la altura significativa del oleaje y una desviación de 12° al sur en base a los 20 años para el centro de Chile.

En las Figura 16 y Figura 17 se presentan el comportamiento histórico (1985-2024) y las proyecciones al futuro cercano (2026-2045) y lejano (2081-2100) para las variables de velocidad del viento medida y altura significativa del oleaje. La velocidad del viento medida a una altura de 10 metros sobre la superficie es una variable relevante considerando que influye directamente en la generación de olas, corrientes superficiales y otros procesos físicos en la cisculación del océano. Frente a las costas, el período hisórico muestra valores diferenciados, del orden de los 5 m/s en el norte y que aumenta hacia el sur a entono a los 12 m/s. En el futuro cercano se esperan cambios leves en la velocidad del viento, con variaciones positivas del viento entorno a los 30°S y en altas latitudes (sobre 50°S), mientras en las latitudes medias se proyectan reducciones., Aunque en el futuro lejano se mantiene la misma distribución espacial, las proyecciones de cambio en la velocidad del viento son más pronunciadas.

La altura significativa del oleaje (Figura 17) presenta valores que incrementan de norte a sur en el período histórico. Este comportamiento se vincula con los vientos del Pacífico, los cuales generan un vacío de viento en la zona central, desviando estas masas principalmente hacia el sur y hacia el norte (como consecuencia del Anticiclón del Pacífico Sur (APSO)) (Dinámica Costera, 2022). En el futuro cercano, se esperan cambios diferenciados a lo largo de la línea de costa, con incrementos leves en la altura significativa en el norte y centro (latitudes entorno a los 30°S), reducciones en el centro-sur y aumentos más pronunciados en el sur (latitudes sobre los 45°S). En el futuro lejano, se proyectan variaciones negativas más marcadas en la altura significativa en latitudes medias (30-45°S) que se anulan hacia el norte, mientras los aumentos son pronunciados en el sur y sur austral (latitudes sobre los 45°S).

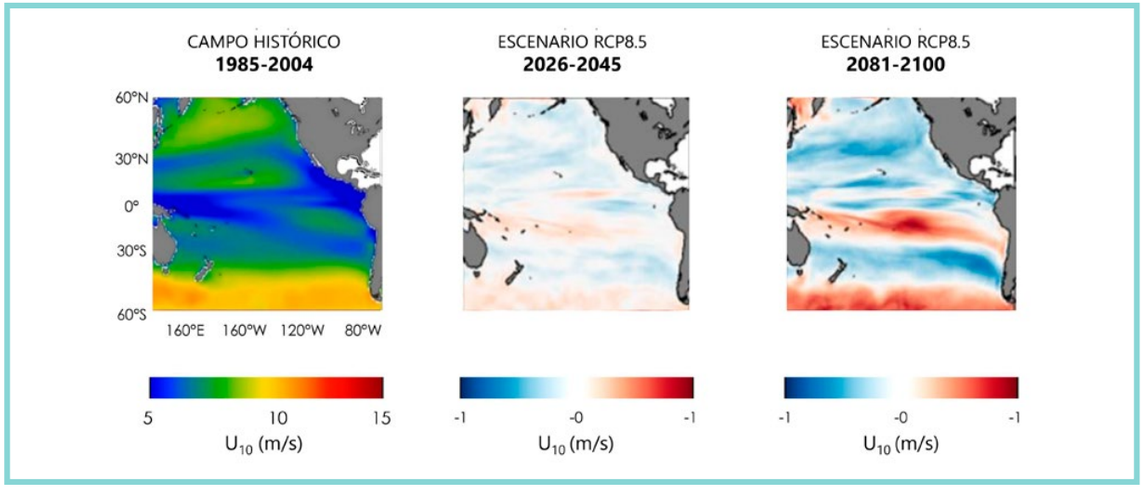


Figura 16. Magnitud de vientos superficiales para el período histórico (1985-2004), y cambios proyectados a mediados (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100) respecto del período histórico (1985-2004), en base a modelos ACCESS 1.0, CMCC, EC-EARTH, MIROC5, MRI-CGM y HADGEM para el escenario RCP 8.5.

Fuente: Wrinckler et al. (2023).

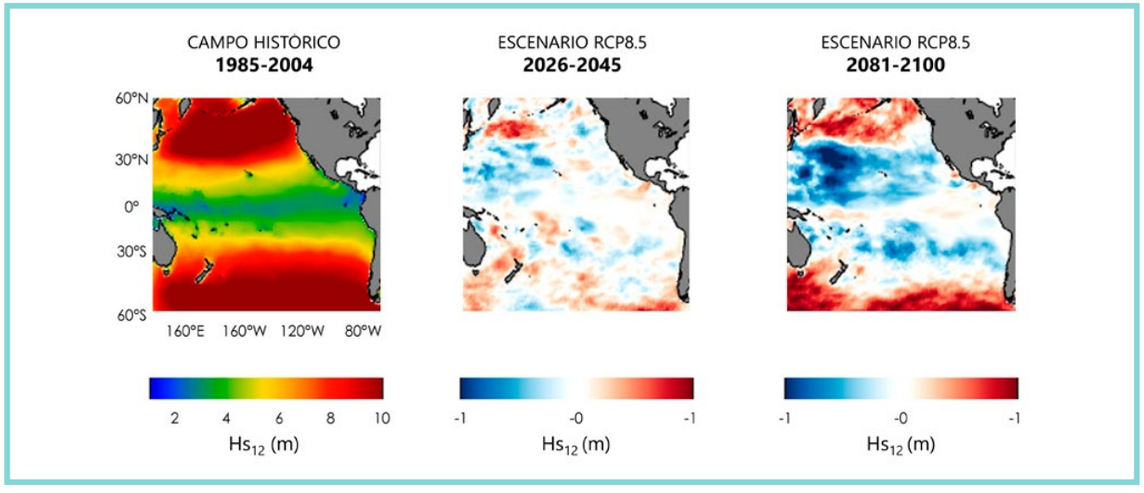


Figura 17. Campos de altura significativa superada 12 horas al año para el período histórico (1985-2004), y cambios proyectados a mediados (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100), en base a modelos ACCESS 1.0, CMCC, EC-EARTH, MIROC5, MRI-CGM y HADGEM para el escenario RCP 8.5.

Fuente: Wrinckler et al. (2023).

Temperatura superficial del mar

Los patrones heterogéneos de la temperatura de la superficie del mar (TSM) desempeñan un papel clave en la configuración de la circulación atmosférica a gran escala y el clima regional, además de ser los responsables de la estratificación de los mares y estado de sus ecosistemas (Jo *et al.*, 2022). Existe una relación recíproca entre la temperatura superficial y el clima, con influencias y retroalimentaciones de uno al otro y viceversa, por lo que es crucial considerar las tendencias de cambio climático en su estudio.

Las tendencias de la media anual de la temperatura superficial del mar (Figura 18) según observaciones y acoplamiento de modelos climáticos, muestran una propensión global al aumento en la temperatura superficial del mar, aunque la tendencia no es homogénea. En Chile las temperaturas frente a las costas del tienden a la baja en relación a las condiciones mundiales, influenciadas por la corriente fría y superficial de Humboldt, con una dirección noroeste predominante. De acuerdo a los datos del SHOA, existe un enfriamiento en el norte (estación en Antofagasta), mientras no se observan variaciones significativas en centro (estación en Valparaíso), y se registran aumentos en el sur (estación en Talcahuano) (Dinámica Costera, 2023). Este enfriamiento se debe a un proceso oceanográfico, donde ocurre una surgencia costera producto de vientos favorables, generalmente de dirección sur o suroeste, y se produce un ascenso o afloramiento de agua frías desde las capas subsuperficiales del océano hacia la superficie (Comité Científico, 2019).

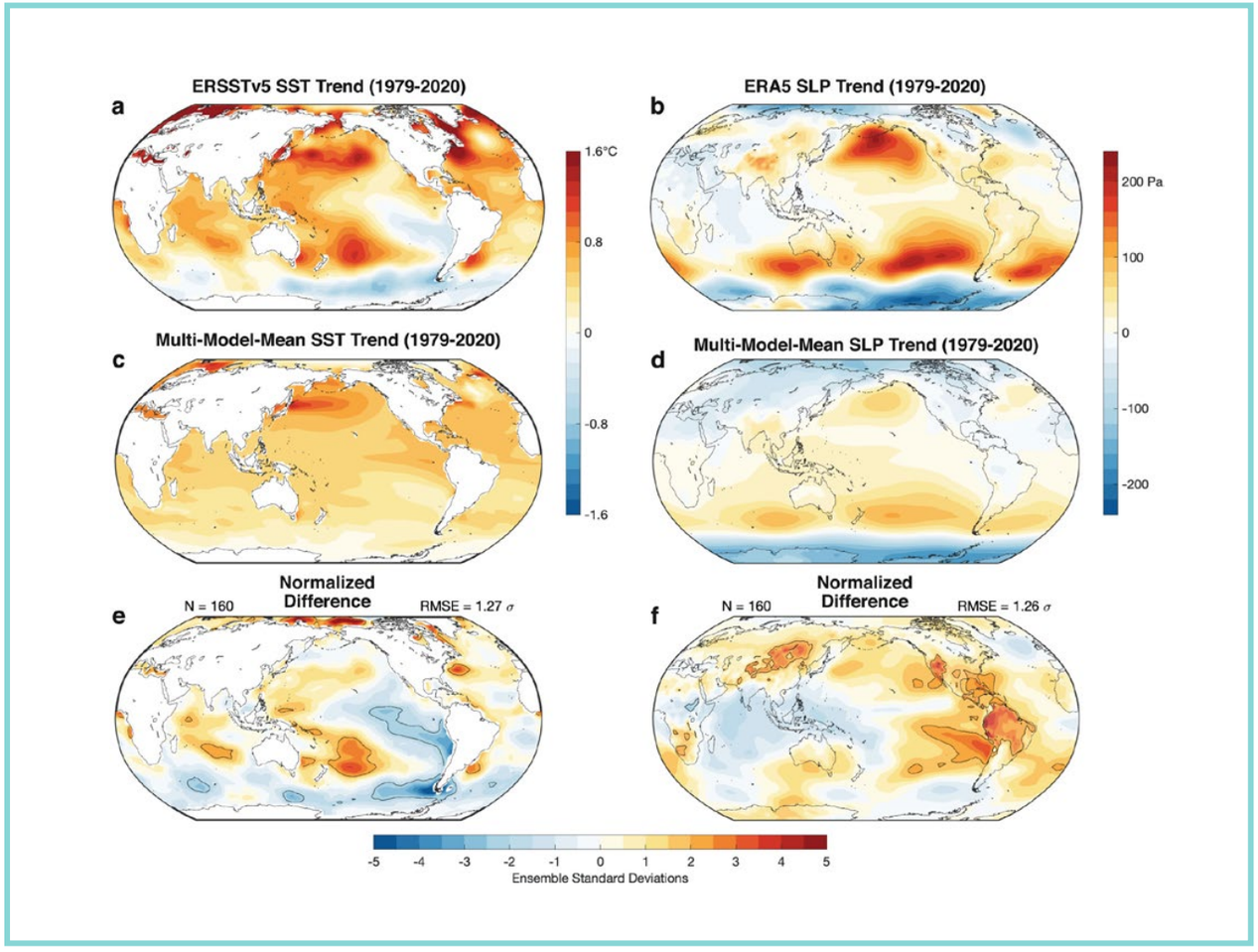


Figura 18. Tendencia histórica (1979-2020) de la media anual de la temperatura superficial del mar para las: a) observaciones (ERSSTv5) y b) modelos climáticos (acoplamiento entre 16 GCMs de RCP y SSP).

Fuente: Wills et al. (2022).

Foto: Micaela Jara Forray

En cuanto a las proyecciones para esta variable, se presentan en la Figura 19 los cambios estimados para los periodos 2021-2040, 2041-2060 y 2081-2100 con respecto a 1985-2004, en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5. Estas indican que habrá un aumento de la temperatura para todas las costas del país, con un aumento alrededor de 1,56 °C en el escenario SSP2-4.5 y de 2,31 °C en el escenario SSP5-8.5 para finales del siglo. Este aumento no es homogéneo, identificando que existe una franja en donde el aumento será menor, franja asociada a la corriente de Humboldt. Estos resultados son contrarios a las tendencias de enfriamiento previamente comentadas, sin embargo, cabe recordar que los modelos climáticos pueden contar con sesgos de estimación en algunas variables, tal y como se ha observado en la tendencia histórica de modelos acoplados. Esto no implica que la tendencia al aumento para finales del siglo sea errónea, pero sí es necesario considerar que es una variable que debe contar con seguimiento, debido a está en constante relación con otros fenómenos atmosféricos y oceanográficos que cuentan con sus propias tendencias y proyecciones, además de la influencia de las surgencias costeras marinas, las cuales sí se proyectan que aumenten a futuro (Comité Científico, 2019).

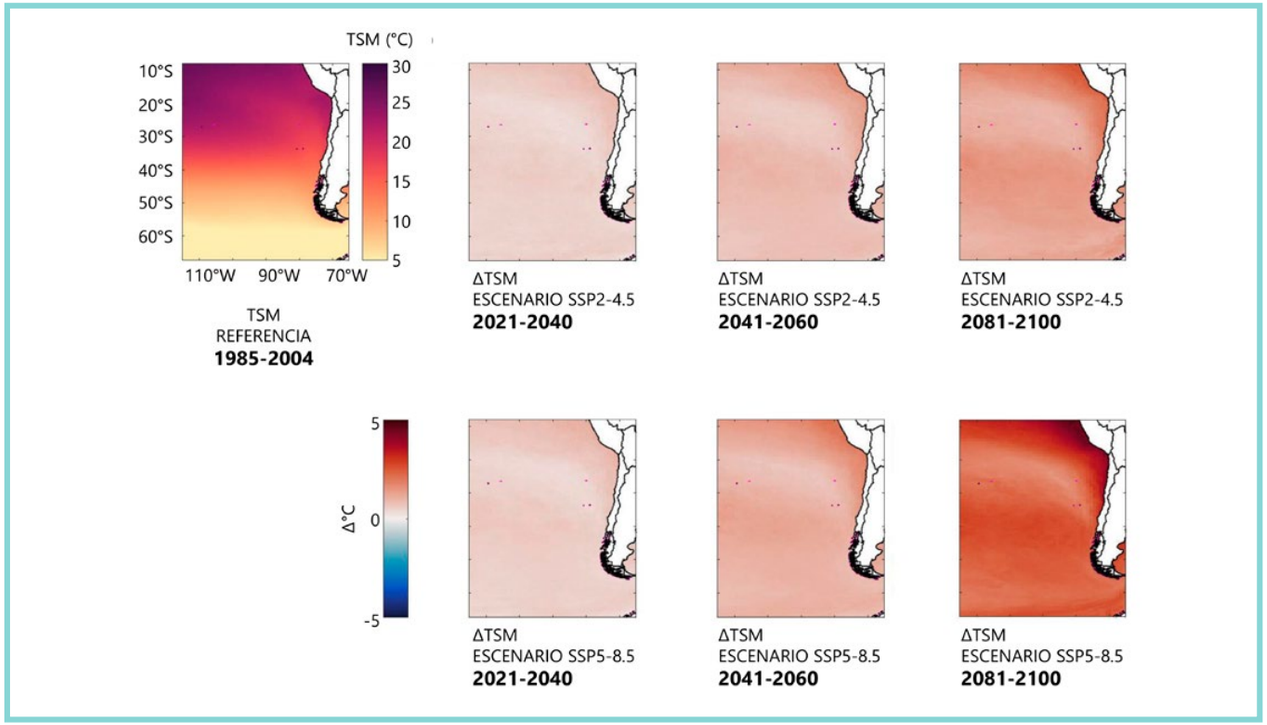


Figura 19. Campo de temperatura superficial del mar (percentil 50%) para el periodo histórico (1985-2004) y cambios esperados para los horizontes cercano (2021-2040), mediados de siglo (2041-2060) y finales de siglo (2081-2100) en los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5.

Fuente: MMA (2019).

4.2.2 Impactos observados y potenciales del cambio climático

El sexto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (IPCC, 2023) describe al país como altamente vulnerable al cambio climático, debido a sus características geográficas, enfrentando una serie de impactos potenciales y observados tales como: escasez de precipitaciones y sequías que incluso actualmente son englobadas como megasequía (Garreaud *et al.,* 2020); aumento de las temperaturas y olas de calor, marejadas y la respectiva erosión de costas, y el retroceso de glaciares.

4.2.2.1 Impactos transversales

A continuación, se describen los impactos observados y proyectados en el país y como afectan transversalmente.

Megasequía

Históricamente el país ha presenciado, y monitoreado a lo largo del siglo XX, sequías meteorológicas[8] de uno a dos años de duración de manera frecuente, resultando en un déficit hídrico de hasta 50% en 1925, 1968 y 1989 (CR2, 2015). Por su parte, la cuenca del río Petorca, sufrió en la década de 1960 una sequía significativa que cambió definitivamente la actividad económica de la provincia, que en esos años dependía de la ganadería (Centro de Estudios Públicos, CEP), 2021). A diferencia de estos eventos extremos puntuales, desde 2010 el déficit se ha mantenido de manera continua entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía, donde se ha registrado un déficit de precipitaciones cercano al 30% (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2015, 2023; Garreaud *et al.*, 2020). Esta sequía prolongada, conocida como "megasequía" (Garreaud *et al.*, 2020), ha comprometido múltiples aristas, siendo la seguridad hídrica una de las más relevantes.

Específicamente, se ha reportado que los embalses han presentado niveles mínimos de agua, y la falta casi total de nieve en la cordillera de los Andes ha reducido drásticamente los deshielos (CR)2, 2023a), sugiriendo que el "día cero" -descrito como el momento en que ya no se puede satisfacer la demanda de agua por falta de disponibilidad- estaría cercano a ocurrir en la capital del país (Álvarez-Garretón *et al.*, 2023). Así mismo, la sequía prolongada también ha influido en los caudales anuales promedio de los ríos que abastecen a múltiples ciudades y pueblos, deteriorando la calidad del agua (IPCC, 2023) y poniendo en riesgo el abastecimiento de agua potable en comunidades rurales (Fragkou *et al.,* 2022a).

A medida que se agravan estas condiciones hídricas, también emergen impactos significativos en la salud de las personas, especialmente aquellas que pertenecen a grupos socioeconómicos más vulnerables.

La disminución de las precipitaciones ha afectado la disponibilidad de agua para el consumo humano para el sector silvoagropecuario, la minería y energía. La sequía afecta la producción y rendimientos de los cultivos, a su vez, diezma las operaciones mineras que requieren un uso intensivo de agua (extracción y procesamiento de mineral) (PricewaterhouseCoopers (PWC), 2024). Sumado a esto, el abastecimiento energético del país se ve mermado por la disminución del recurso hídrico al afectar la extracción de minerales esenciales para la electrónica y las tecnologías de energía limpia como el cobre y litio y, directamente, disminuye el abastecimiento de las centrales hidroeléctricas (Zapata, 2021). De esta forma, se potencia un conflicto por competencia del recurso hídrico entre la población y todos estos rubros que dependen del agua (PricewaterhouseCoopers (PWC), 2024; Stubing *et al.,* 2021).

La disminución de precipitaciones también ha afectado a los ecosistemas: La merma de caudales disminuye la cantidad de nutrientes que llegan al mar, baja la productividad biológica de la zona costera, y en consiguiente se ven afectadas especies de importancia económica para el sector de la pesca y la acuicultura (CR2, 2015). También, la falta de precipitaciones disminuye la productividad en los bosques nativos, y se ha estudiado que bosques de tipo mediterráneos hoy están sufriendo procesos de pardeamiento o *browning* (Miranda *et al.,* 2020), influyendo finalmente en sectores como el turismo, que ven mermadas sus actividades por el deterioro del paisaje (SERNATUR, 2024).

Por último, en términos materiales, es importante destacar que la megasequía ha potenciado la recurrencia de incendios forestales de gran extensión, resultando en pérdidas importantes de infraestructura crítica y habitacional, especialmente en la interfaz urbano-rural (González *et al.,* 2020a).

Olas de calor

La DMC clasifica como olas de calor aquellos eventos en que la temperatura supera un valor crítico por al menos tres días y pueden ser diurnas o nocturnas.

Desde el punto de vista humano/social, las olas de calor pueden desencadenar importantes cambios fisiológicos y problemas de salud que van desde síntomas leves como como mareos, debilidad, ansiedad, sed intensa, dolor de cabeza, dolor muscular, confusión y/o somnolencia, hasta la muerte (Gobierno de Chile,

[8] Existen tres tipos de sequías: la meteorológica vinculada a déficits de precipitaciones; la hidrológica con relación a una baja sostenida en caudales o volúmenes en embalses; y la agrícola, donde la disponibilidad hídrica para cultivos es menor a lo requerido. Todas estas están en relación a un promedio histórico.

2024b; Palmeiro *et al.,* 2024). Específicamente, Palmeiro *et al.* (2024) estimaron en dos eventos de olas de calor extrema el 2017 y el 2019, que hubo 584 y 245 muertes en exceso (respectivamente), donde además se observó que las personas mayores de 65 años se vieron más afectadas que las más jóvenes. En este mismo contexto, las olas de calor en la población generan un mayor uso de sistemas de aire acondicionado, implicando que el sector residencial aumentará su demanda energética por climatización (GIZ, 2023b). Sin embargo, es de considerar que el acceso a servicios energéticos de alta calidad (e.g. aire acondicionado) no es posible para todos los hogares del país, evidenciándose la llamada pobreza energética (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2024a)

En términos ecosistémicos, las olas de calor están incrementando el derretimiento de glaciares e incrementando el caudal de los ríos, provocando un deshielo acelerado y temprano que puede conllevar a deslizamientos de tierra (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2023b; González-Reyes *et al.*, 2023). La flora y la fauna se ve afectada por las olas de calor, ya que se provoca estrés hídrico, la flora disminuye su cobertura e incurre en una falta de alimento y sombra para la fauna, dejándola expuesta a sufrir deshidratación e hipertermia (Meleán, 2024).

Por último, las olas de calor, al igual y en conjunto con la megasequía, han propiciado en Chile las condiciones para que se produzcan grandes incendios forestales, los que han provocado pérdidas de viviendas, cultivos e infraestructura crítica (González-Reyes *et al.,* 2023; Naciones Unidas Chile, 2023; Universidad de Chile, 2024).

Marejadas

Las marejadas, entendidas como olas anormales de gran altura que tienen la capacidad de generar impactos (Aguirre & Barraza, 2023), son un fenómeno que en los últimos años y en el contexto de cambio climático, ha ido en aumento tanto en número como en intensidad (Igualt Jara *et al.*, 2019).

Entre los principales impactos de las marejadas se encuentra la erosión de las playas, la cual genera un desplazamiento gradual de la línea de costa e incluso de la desembocadura de los ríos. En marejadas constantes, las acciones erosivas pueden incluso afectar estuarios, dunas y acantilados marinos (Alegría, 2024).

Las marejadas han provocado el ingreso de fuertes olas a las bahías y puertos produciendo daños a la infraestructura costera, cortes de tránsito e interrupciones y suspensión de actividades socioeconómicas que se desarrollan en la costa, tales como turismo y recreación, deportes náuticos, transporte, comercio, pesca artesanal y actividad portuaria (DIRECTEMAR, 2024; Igualt Jara *et al.*, 2019). La infraestructura costera que se ha visto expuesta a estos impactos incluye tanto estructuras de contención del oleaje (e.g. escolleras y muros rompeolas), como aquellas destinadas a otras actividades, tales como viviendas, comercio y usos generales. Estas últimas suelen afectarse cuando la magnitud de las marejadas supera los elementos de protección, provocando inundaciones en las primeras cuadras de las ciudades costeras (Molina, 2022; Wrinckler *et al.,* 2019).

Asimismo, las actividades turísticas quedan limitadas, ya que cuando las marejadas son extraordinarias generan sobrepasos en áreas bajas y para evitar accidentes se prohíbe el ingreso a ciertas zonas costeras (Jara *et al.,* 2019). Las marejadas también interrumpen las operaciones portuarias, dificultando la recalada, permanencia y zarpe de naves en los puertos nacionales (DIRECTEMAR, 2020). Las actividades pesqueras resultan igualmente afectadas, lo que motivó a que en 2022 se modificara la ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N° 21.437) para que no se contabilice como período inactivo aquellos días en que los pescadores artesanales no puedan trabajar debido a las marejadas —y sus respectivos daños—, evitando así que sean eliminados del Registro de Pesca Artesanal por esta razón (SUBPESCA, 2022).

En términos ecosistémicos, las marejadas afectan a la megafauna marina destruyendo su hábitat y aumentando el riesgo de varamientos, siendo especialmente vulnerables las especies de pinnípedos como focas, lobos marinos y morsas (M. Sepúlveda *et al.*, 2020). También se ha documentado muerte de peces, aves y plantas costeras y fauna invertebrada bentónica debido a la reducción de su hábitat (Galilea, s. f.).

Retroceso de glaciares

El retroceso de las masas glaciares en el país se ha vinculado principalmente a los efectos del cambio climático que han visibilizado patrones de derretimiento cada vez más acelerados en los últimos 30 años (Jara & Casassa, 2021), pero de la cual se estipula que ha comenzado desde, al menos, 1955 (Ayala et al., 2020).

Este derretimiento tiene impactos multisistémicos (González *et al.*, 2019), por ejemplo, afecta aumentando el nivel del mar, ya que los glaciares, al derretirse, liberan grandes cantidades de agua dulce en los océanos Asimismo, influye cambios en la biodiversidad (González *et al.*, 2019), ya que se ha documentado que el rápido derretimiento de glaciares provoca cambios en las propiedades ambientales, biogeoquímicas y biológicas de los lagos del centro-sur y de los Andes chilenos (J. Pizarro *et al.,* 2016). También influyen en los servicios ecosistémicos y en el sector productivo (acuicultura, hidroelectricidad, alimentación, potabilización, turismo, pesquerías) (González *et al.,* 2019). Específicamente, los glaciares de la zona central de Chile son fundamentales para asegurar el suministro de agua, ya que durante las estaciones secas alimentan acuíferos y ríos, equilibrando la variabilidad de las precipitaciones anuales y proporcionando agua

para consumo humano y productivo (cultivos, minería, energía) durante todo el año (Shaw *et al.,* 2021). En períodos de sequía, como los que se han experimentado en los últimos años, estos glaciares se convierten en el principal reservorio de agua fresca (Shaw *et al*., 2021). Por ello, el retroceso acelerado de los glaciares plantea una amenaza a la seguridad hídrica, especialmente en la zona central, ya que gran parte de los cauces que abastecen a la capital dependen del deshielo estival (Shaw *et al.,* 2021).

Los efectos del derretimiento también han alterado el paisaje, formando y desapareciendo lagunas, provocando deslizamientos que lesionan a escaladores y creando sumideros que bloquean las rutas hacia las cumbres, lo cual afecta la experiencia y la seguridad de los visitantes (Fundación Terram, 2024; Leiva, 2024).

4.2.2.1 Impactos sectoriales

A continuación, se presentan los impactos en los sectores definidos en la LMCC: biodiversidad, recursos hídricos, infraestructura, salud, minería, energía, silvoagropecuario, pesca y acuicultura, ciudades, turismo, zona costera y transportes.

Biodiversidad

En el marco del proceso de actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, se realizaron once estudios durante 2023, los que permitieron avanzar en la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad al cambio climático de la biodiversidad terrestre y, por primera vez, en la biodiversidad dulceacuícola y marina en Chile. Estos estudios representan un avance crucial en la comprensión de los impactos del cambio climático en todos los ecosistemas del país. A continuación, se describen los principales hallazgos encontrados.

Respecto a la **biodiversidad terrestre**, a nivel de ecosistemas, Pliscoff (2023) destaca que las áreas de mayor riesgo se concentran en el altiplano y los ecosistemas andinos del centro-sur de Chile. Mientras, entre las regiones del Maule y La Araucanía se localiza el mayor número de ecosistemas en muy alto riesgo. En cuanto a la distribución de especies nativas, Poutay & Pliscoff (2023) anticipan una significativa reducción en la adecuación climática de la flora en la región central. Se prevé un mayor riesgo de extinción para especies con rangos de distribución limitados, particularmente en la fauna de la zona andina central y la funga de la zona centro-sur. Para el caso de los bosques nativos, Gutiérrez *et al.* (2023) proyecta un aumento en la biomasa forestal hacia 2065, pero con una disminución en la productividad, afectando especialmente a bosques renovales y alterados. Los bosques de la región de Los Ríos y Los Lagos (principalmente Chiloé y los Andes de la región) son los más vulnerables.

Respecto de los polinizadores nativos, Smith *et al.* (2023) declara que 21 especies muestran riesgos futuros debido a la reducción de su rango de distribución, afectando también a las plantas que polinizan. Cinco especies de polinizadores, incluidas *Svastrides melanura* y *Megachile semirufa* (ambas abejas nativas), están en mayor riesgo.

Por último, Fuentes (2023) indica que las invasiones biológicas, que son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el país, incluyen 790 plantas exóticas que se han naturalizado, siendo especies como *Mesembryanthemum crystallinum* (hierba del rocío), *Rubus ulmifolius* (comúnmente conocida como zarzamora), *Ulex europaeu* (espinillo) y *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta), potenciales de invadir nuevas áreas en elevaciones altas y latitudes hacia el año 2100, especialmente en la cordillera de los Andes y la Patagonia, dejando en riesgo las áreas protegidas que se encuentran en estos ecosistemas montañosos.

Por otro lado, respecto del impacto de los incendios forestales, el estudio *Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia* (González *et al*., 2020) indica que un 47% de la superficie incendiada en la zona central de Chile ha afectado a algún ecosistema mediterráneo nativo en peligro crítico, tales como aquellos compuestos por especies arbóreas como el ruil (*Nothofagus alessandrii*), queule (*Gomortega keule*), pitao (*Pitavia punctata*) y hualo (*Nothofagus glauca*).

Respecto a la **biodiversidad en aguas continentales**, se analizó la distribución de peces nativos y exóticos en cinco regiones biogeográficas de Chile, revelando que el cambio climático podría reducir el hábitat adecuado para la mayoría de las especies nativas, especialmente en las regiones mediterránea y patagónica, mientras que podría beneficiar a las especies exóticas, aumentando su rango de invasión en las regiones de los lagos valdivianos y Patagonia (Nozaki & Martínez-González, 2024). Por otro lado, se evaluó la vulnerabilidad de 83 humedales costeros en Arica y Parinacota y Los Lagos, encontrando que la mayoría son vulnerables o altamente vulnerables, con el humedal de Chañaral siendo el más afectado. También se proyecta que los humedales enfrentarán una disminución en la disponibilidad de agua y un aumento en la demanda de evapotranspiración potencial debido al incremento de temperaturas para el periodo 2030-2060 (Contreras & Vicuña, 2023).

En el caso de la biodiversidad marina se realizaron cuatro estudios: el primero se centra en la vulnerabilidad de las Áreas Marinas Protegidas (AMP), indicando que AMP como La Puntilla, Pullinque y Putemún presentan una baja capacidad de adaptación al cambio climático y requieren medidas prioritarias de conservación. Además, resaltan que los hábitats más extensos y saludables tienen una mejor capacidad para resistir el cambio climático, mientras que los hábitats degradados o de extensión limitada enfrentan mayores desafíos (Fernández *et al.,* 2023). El segundo estudio analiza la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura, evaluando ocho recursos pesqueros. La mayoría de estos recursos podría beneficiarse del cambio climático, con excepción de la anchoveta y, en algunas áreas, el loco y el jurel, que podrían ver reducido su hábitat esencial. Además, se proyecta

que la salmonicultura podría expandirse hacia el sur debido a la reducción proyectada de las precipitaciones, ocupando nuevas áreas en los ecosistemas subantárticos de fiordos y canales en las regiones de Aysén y Magallanes, lo que, junto al aumento de la temperatura del agua, la disminución de la salinidad y la acidificación oceánica que está enfrentando la región subantártica de Magallanes y la Antártica Chilena, ejerce una presión creciente sobre la biodiversidad marina y terrestre de la zona (Contador et al., s. f.). Por último, Fernández *et al.* (2023) aborda los eventos extremos costeros, proyectando un aumento del nivel del mar, inundaciones y erosión, siendo las playas de la zona centro-sur de Chile las más amenazadas. También prevé un incremento en la frecuencia de surgencias, floraciones algales nocivas y olas de calor marinas, siendo el mar interior de Chiloé, Patagonia norte y el sur de la Región de Los Lagos las zonas más afectadas. Así mismo, las olas de frío marinas podrían intensificarse en la Patagonia y los ríos atmosféricos podrían ser más perjudiciales debido a su interacción con otros fenómenos climáticos.

Sector silvoagropecuario

A continuación, se describen las principales vulnerabilidades e impactos para el sector sector Silvoagropecuario en los ámbitos: social, económico-productivo y ambiental.

En el **ámbito social**, el cambio climático impacta gravemente a grupos de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), mujeres rurales y pueblos originarios, afectando su seguridad alimentaria, viéndose principalmente afectados los pequeños agricultores y especialmente los de áreas áridas que dependen de las lluvias (Chiriac *et al.*, 2020; L. Meza, 2014). Por consiguiente, la agricultura de secano está en declive debido a la sequía y a la falta de inversión en tecnologías adecuadas (Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2019; Hansen *et al.*, 2019; L. Meza *et al.*, 2010). Las mujeres rurales, especialmente en el secano, enfrentan desafíos relacionados con el acceso a recursos hídricos y derechos de tierra, complicando su capacidad de adaptación y acceso a apoyo (Ubilla *et al.*, s. f.) y las mujeres indígenas sufren un impacto económico y cultural, debido a la pérdida de recursos hídricos y cambios en sus actividades tradicionales (Parraguez-Vergara *et al.,* 2016).

Desde una perspectiva **económico-productiva**, la importancia del sector silvoagropecuario como proveedor de bienes y servicios, tanto nacionales como internacionales, urge de políticas públicas para adaptarse al cambio climático, ya que se ha estudiado que la falta de implementación del plan señalado podría resultar en pérdidas económicas significativas, estimadas en hasta $1.000 millones anuales para 2050 (Tepual Conservación, 2022). En específico, el cambio climático ha impactado fuertemente en la producción debido a eventos extremos como sequías, lluvias intensas, cambio en los patrones de plagas y enfermedades de producción agraria que están afectando las cosechas (Acuña *et al.*, s. f.; Ministerio de Agricultura, 2022; The World Bank Group., 2021). En función de esto, se proyecta que el cambio climático reducirá el PIB silvoagropecuario entre un 2% y un 5% anual para 2100 (CEPAL, 2009, 2012; Melo & Foster, 2021; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), 2010; Ponce *et al.*, 2014), con implicaciones regionales variadas: el sur de Chile podría ver un aumento en los ingresos netos, mientras que el norte enfrentaría reducciones significativas. De esta forma, a pesar de que los efectos del cambio climático podrían ser atenuados por la adaptación del uso de la tierra, con los principales cultivos de exportación trasladándose hacia el sur, se espera que el empleo agrícola y la generación de ingresos disminuyan, afectando también al medio ambiente y la biodiversidad (Melo & Foster, 2021).

En términos **ambientales**, la degradación de los ecosistemas disminuye la capacidad adaptativa del sector silvoagropecuario, sin embargo, los modelos futuros del cambio climático suelen ignorar este deterioro (Universidad de Chile, 2019). El cambio climático podría intensificar los procesos erosivos en Chile, afectando especialmente a la cordillera de la Costa y la precordillera de los Andes, con mayor riesgo en la Región del Biobío debido a la degradación actual de sus suelos (AGRIMED, 2008). Es más, en general, un 50% del territorio chileno sufre degradación de suelos (CEPAL, 2012), con problemas como erosión, compactación, pérdida de fertilidad y biodiversidad, relacionados con prácticas agrícolas inadecuadas (Universidad de Chile, 2019). En cuanto a los recursos hídricos, las actividades agrícolas y ganaderas representan el 82% de las extracciones de agua en Chile (Ministerio de Obras Públicas [MOP] & Dirección General de Aguas [DGA], 2016), principalmente en las regiones entre Coquimbo y Los Lagos, donde el agua se utiliza para el riego de 1,1 millones de hectáreas (Instituto Nacional de Estadísticas [INE], 2007). Los ríos de estas zonas muestran signos de estrés, especialmente desde el río Aconcagua hacia el norte (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2018). Así mismo, las aguas subterráneas, claves para la agricultura del norte y centro, están sobreexplotadas debido a una gestión inadecuada, mientras que la contaminación agrícola agrava esta crisis hídrica (F. Meza *et al.,* 2020; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2018). En materia de ecosistemas, la pérdida de hábitats naturales esclerófilos debido a la agricultura intensiva y el crecimiento urbano ha reducido la capacidad adaptativa de los ecosistemas de la zona centro-sur de Chile (M. E. González *et al.,* 2020; Pliscoff & Uribe, 2020). Así mismo, la rápida transformación del paisaje y la pérdida de biodiversidad, como los polinizadores esenciales para la agricultura, son preocupantes (Marquet *et al.,* 2019), por ello, Rodríguez *et al.* (2021) llama a promover la coexistencia de polinizadores comerciales con el conjunto de abejas nativas en escenarios de cambio climático, con particularidad en las macrozonas centro y centro-norte (correspondiente al semiárido de Chile central).

Por último, la industria forestal también presenta problemas ambientales, con plantaciones de árboles que, en lugar de ser sumideros de carbono, se han convertido en fuentes de carbono debido a las prácticas de cosecha (12-18 años) sumado a la recurrencia de incendios forestales extensos y severos (Hoyos-

Santillan *et al.,* 2021). Sobre esto último, es importante destacar que los incendios forestales representan la principal amenaza para las plantaciones, ya que una gran proporción de la superficie quemada anualmente corresponde a este tipo de cultivo (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2023). Además, el 10% de los incendios forestales que afectan anualmente a Chile se inician debido a la quema de los residuos agrícolas.

Recursos hídricos

En la **dimensión social**, la disminución de precipitaciones y el aumento de sequías, que afectan un 76% y un 72% al país respectivamente (Universidad de Chile, 2021), están incrementando el riesgo para la seguridad hídrica urbana entre las regiones de Coquimbo y Biobío, donde reside la mayor parte de la población (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2021; Fragkou *et al.*, 2022b; Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2020). En las áreas rurales esto ha generado conflictos entre el consumo humano y los usos agrícolas y mineros (Barría *et al.,* 2021), lo que ha llevado a soluciones temporales, como el suministro a través de camiones aljibe, que, aunque ayudan a mitigar la escasez, el sexto informe del IPCC (2023) las clasifica como "maladaptación", ya que aumentan la dependencia de grupos vulnerables a soluciones a corto plazo y no fortalecen la resiliencia hídrica a largo plazo. Por otro lado, el exceso de agua, resultado de eventos climáticos extremos, impacta significativamente en los asentamientos humanos y el ordenamiento territorial (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2020; R. Pizarro *et al.,* 2022). En la macrozona austral, los riesgos de inundaciones y aluviones repercuten en la conectividad vial. En contraste, la macrozona norte enfrenta una obsolescencia de las prácticas tradicionales de aprovechamiento del agua debido a la disminución de precipitaciones, alterando así los modos de vida locales (Jorquera & Santibáñez, 2022).

En este contexto, las mujeres, especialmente en áreas rurales, enfrentan dificultades para acceder al agua necesaria para el consumo y sus actividades productivas (Blanco *et al.,* 2022; Salinas *et al.,* 2024; Salinas & Becker, 2022). La limitada participación femenina en la toma de decisiones sobre el uso del agua, sumada a la migración forzada debido a la escasez de recursos hídricos resalta la vulnerabilidad de estos grupos (Bravo, 2019). Además, los pueblos indígenas son desproporcionadamente afectados por el cambio climático debido a su dependencia de los ecosistemas (Organización Internacional del Trabajo, 2017; Royo Letelier, 2023). A pesar de su papel crucial en la conservación de la biodiversidad, su participación en la toma de decisiones sobre el cambio climático y la protección de sus territorios es insuficiente, dificultando así su adaptación a los riesgos climáticos relacionados con el agua (IPCC, 2023).

Desde una **perspectiva ambiental**, los principales riesgos incluyen la escasez de agua, el deterioro de humedales y la reducción de reservas de aguas subterráneas y glaciares. En la macrozona norte y centro, la disminución de la escorrentía anual está afectando gravemente la disponibilidad de agua, mientras que se prevé un deterioro de los humedales debido a la falta de precipitaciones y al aumento del nivel del mar. Las aguas subterráneas, cada vez más agotadas por la reducción de precipitaciones y caudales y en paralelo, el retroceso de los glaciares, acelerado por la megasequía, afecta las reservas hídricas, con una proyección de pérdida de más del 35% de las áreas glaciares entre 2030 y 2060, particularmente en la macrozona sur y austral (DGA, 2024). Además, el cambio climático intensifica sequías, inundaciones y precipitaciones extremas, agravando procesos de desertificación y erosión del suelo. Así mismo, la pérdida de verdor en bosques nativos, junto con los incendios forestales, afecta el ciclo del agua y puede reducir la infiltración y recarga de acuíferos (DGA, 2024).

En la **dimensión económica**, la agricultura, principal usuaria del agua (73%–82%), enfrenta una creciente presión por la escasez, recurriendo a embalses y al riego deficitario, aunque en la macrozona norte estas medidas no son suficientes, lo que ha llevado a un aumento en la extracción de aguas subterráneas (MMA, 2020). El sector pecuario también enfrenta desafíos, con algunas áreas abandonando la producción debido a la falta de agua (DGA, 2024). El sector minero, especialmente en la macrozona norte, ha adoptado la desalación como una solución para satisfacer la demanda de agua, mientras que en la macrozona centro se depende aún de fuentes continentales (Machado, 2010). El sector industrial, en particular aquellos no conectados a redes sanitarias y que dependen de aguas subterráneas, está en riesgo debido a la disminución de los niveles de napas freáticas (MMA, 2020). Por último, la generación hidroeléctrica enfrenta desafíos por la reducción de precipitaciones y escorrentía, lo que incrementa los costos operativos y afecta la capacidad de generación (MMA, 2024), asimismo, el turismo, se ve afectado por la menor acumulación y la reducción de la temporada de nieve, impactando especialmente en la macrozona austral (SERNATUR, 2018).

En general, aunque se han identificado avances en la adaptación a la megasequía, hay una necesidad de mejorar la gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas, especialmente en la macrozona centro, donde los niveles de pozos están disminuyendo. Además, se destaca la baja reutilización de aguas residuales tratadas (6%) (ACADES, 2024) y la necesidad de explorar nuevas fuentes de agua y medidas de protección de cuencas para asegurar la sostenibilidad hídrica a largo plazo (DGA, 2024).

Infraestructura

A continuación se presenta una caracterización del riesgo e impactos para el sector infraestructura analizado por el tipo de amenazas climáticas que los desencadenan: exceso y déficit de precipitación y temperaturas extremas. Las vulnerabilidades asociadas a estos impactos también se diferencian por cada servicio y tipo de obra impactada, en relación a conectividad (caminos y carreteras, puentes, aeropuertos, portuaria); protección del territorio (embalses, canales de riego, control aluvional y defensa

fluvial, agua potable rural, infraestructura de aguas lluvias, infraestructura de borde costero) y edificación pública (hospitales, cárceles, edificios públicos de oficina, liceos, escuelas, jardines infantiles, comisarías, edificios de la Policía de Investigaciones (PDI), estadios deportivos y polideportivos, fiscalías, contralorías, etc.).

Las vulnerabilidades son las respectivas a (1) la infraestructura —respectiva a la materialidad de la obra y que puede afectar la continuidad o calidad del servicio que presta— y (2) vulnerabilidad del entorno, ya sea funcional (referida al servicio que provee la infraestructura) o social (referida a la población abastecida por los servicios de infraestructura).

Las precipitaciones excesivas provocan inundaciones, aluviones y deslizamientos, afectando infraestructuras de conectividad y edificación pública. El déficit de precipitaciones deteriora el suelo, generando erosión que impacta caminos, puentes y embalses, dificultando el acceso a agua potable en áreas rurales. Las temperaturas extremas, como olas de calor, dañan asfalto, carreteras y puentes, mientras que las heladas aumentan el riesgo de accidentes viales. La vulnerabilidad de la infraestructura depende de factores como el diseño, la calidad de los materiales, la conservación y el entorno, que incluye tipo de suelo, proximidad a cuerpos de agua y características demográficas (ver Tabla 2).

La vulnerabilidad de la infraestructura de los servicios de protección del territorio también está definida por las características de materiales de las obras para cumplir con su capacidad de contención de impactos (control aluvional, defensa fluvial, drenaje de aguas lluvias, protección costera), así como su capacidad de proveer agua para los territorios (embalses, obras de riego y servicios sanitarios rurales). Por otra parte, las vulnerabilidades del entorno dicen relación con las características físicas de los territorios como la cobertura vegetal, la calidad del suelo y del agua, así como también las componentes sociales y culturales de las comunidades, como el nivel de organización de usuarios de agua, la cultura hídrica y la demografía.

Tabla 2. Riesgos climáticos e impactos directos en las ciudades.

Servicio	Tipo de obra	Exceso de precipitaciones	Déficit de precipitaciones	Temperaturas extremas
Conectividad	Caminos y carreteras	- Inundaciones - Remoción en masa / Aluviones - Nieve/escarcha en los caminos	-	- Olas de calor - Heladas
	Puentes	- Inundaciones - Remoción en masa / Aluviones	- Vientos extremos	
	Aeropuertos	- Pérdida de visibilidad - Inundaciones		
	Conectividad portuaria	- Cierre de muelles/caletas	- Vientos extremos - Aumento del nivel medio del mar - Marejadas	
Protección del territorio	Embalses y obras de riego	- Remoción en masa / aluviones - Rebalse de infraestructura	-	-
	Control Aluvional y defensa fluvial	- Remoción en masa / Aluvión - Rebalse de infraestructura	-	-
	Servicios Sanitarios Rurales	- Remoción en masa / Aluviones - Rebalse de infraestructura	-	-Olas de calor
	Drenaje urbano	- Rebalse de infraestructura -Remoción en masa / Aluviones	-	-
	Borde costero	-	- Marejadas - Aumento del nivel del mar - Acidificación oceánica	-
Edificación Pública	Edificación Pública	- Inundaciones - Remoción en masa / Aluviones	- Vientos extremos - Marejadas - Aumento del nivel del mar	- Olas de calor - Heladas

Fuente: elaboración propia a partir de MOP (2024).

Foto: Bryan Contreras

Energía

El cambio climático afecta los sistemas energéticos de Chile en varios aspectos, incluyendo la disponibilidad de recursos hídricos, los patrones de generación de energía y daños a la infraestructura de transporte y distribución. También puede interrumpir la carga y descarga de combustibles en puertos y aumentar la demanda energética por temperaturas extremas. Se prevé un clima más seco en algunas regiones y fuertes precipitaciones en otras, lo que puede interrumpir el suministro de electricidad y combustibles, además de causar daños físicos.

El cambio climático afecta a las **tecnologías de generación de energía**, aunque de manera desigual. La energía hidroeléctrica es particularmente vulnerable a las variaciones en las precipitaciones, viéndose afectada por la disponibilidad de agua (IEA, 2024). La generación solar se ve influenciada por la nubosidad y temperatura, lo que puede aumentar o disminuir su eficiencia según la región, mientras que la energía eólica se ve afectada por los cambios en los patrones de viento (GIZ, 2023b). Además, la generación de biomasa y biogás está expuesta a eventos climáticos extremos como olas de calor, sequías e incendios forestales (Ministerio de Energía, 2024). En cuanto a la **transmisión y distribución eléctrica**, eventos extremos como olas de calor, frío y lluvias intensas pueden incrementar los cortes de suministro, afectando especialmente a los usuarios vulnerables. Así mismo, incendios forestales y altas temperaturas también aumentan la resistencia eléctrica y las pérdidas en las líneas de transmisión (Ministerio de Energía, 2024).

En el **subsector de combustibles**, la mayor frecuencia e intensidad de marejadas pueden provocar la indisponibilidad de terminales portuarios, afectando la descarga de combustibles y dañando la infraestructura (Wrinckler *et al.*, 2020). Además, el aumento del nivel del mar dificulta los tiempos de descarga y daña la infraestructura portuaria, lo que incrementa los costos energéticos debido a procesos más costosos y menor eficiencia (GIZ, 2023a). Esta situación, sumada a la pérdida de infraestructura por eventos extremos, agrava la inseguridad del suministro energético (GIZ, 2023a). Además, los activos de generación eléctrica cerca de la costa están en riesgo debido al aumento del nivel del mar, afectando al 30% de la capacidad total instalada de las centrales eléctricas de carbón y al 7% de las centrales de gas natural, ubicadas en zonas de baja altitud y cerca de la costa (IEA, 2024).

Por último, el cambio climático también influye en la **demanda energética**, especialmente en los sectores residencial, industrial y agrícola, ya que las variaciones en temperatura y eventos climáticos extremos (tanto de frío como de calor) alteran los patrones de consumo y aumentan la demanda eléctrica debido a la necesidad de climatización (GIZ, 2023a). Se proyecta que, debido al cambio climático, la demanda energética aumentará entre un 2,3% y 2,8% para 2050, y entre un 3,8% y 4,3% para 2060, dependiendo del escenario de emisiones. Este incremento se debe en gran parte a la creciente electrificación necesaria para cumplir con los compromisos de mitigación, lo que también afectará al sector de generación eléctrica, que deberá satisfacer esta demanda adicional mientras se adapta a los efectos de la crisis climática (GIZ, 2023a). Según la Estrategia Nacional de Calor y Frío de 2021 (Ministerio de Energía, 2021) la recurrencia de temperaturas extremas en Chile aumenta el consumo energético para alcanzar el confort térmico, lo que requiere sistemas de climatización más eficientes y sostenibles, así como mejoras en el aislamiento térmico de las viviendas. Actualmente, según la Encuesta de Bienestar Social del 2021, alrededor de un tercio de las viviendas en Chile carece de aislamiento térmico adecuado, y el 35,5% de las personas reporta pasar frío en sus hogares, evidenciando un desafío en términos de pobreza energética. Este problema afecta especialmente a las mujeres, quienes suelen administrar el consumo energético en los hogares (BIDAT Banco Integrado de Datos, 2021).

Minería

En el caso de los impactos en minería, las **operaciones mineras** se ven condicionadas por el agua, elemento fundamental en la industria minera ya que se utiliza desde la exploración hasta el procesamiento de minerales y por esto, la escasez de agua, —exacerbada por el cambio climático— representa un riesgo importante para la sostenibilidad y rentabilidad del sector. Aunque se espera una mejora en la eficiencia de los procesos, la demanda total de agua en la minería podría aumentar o al menos mantenerse constante debido al crecimiento proyectado en la demanda de minerales. Además, existen riesgos secundarios como la competencia por el uso del agua y la dependencia del recurso hidroeléctrico. En específico, la competencia por el agua surge debido a su limitada disponibilidad y su uso en diferentes sectores, lo que resulta en conflictos entre las comunidades locales y las empresas mineras, y en posibles sanciones. Asimismo, la dependencia del agua para la generación hidroeléctrica puede reducir significativamente la producción minera en casos de escasez hídrica (Ministerio de Minería, 2024).

A su vez, dado que en el sector minero depende de la intervención humana para el control de maquinaria, las olas de calor representan un desafío de seguridad significativo. Estas condiciones pueden forzar la paralización de las operaciones para evitar golpes de calor en los trabajadores, disminuyendo la productividad y generando pérdidas de ingresos. Además, el aumento de las temperaturas puede afectar la transmisión y los componentes eléctricos, provocando interrupciones que no solo reducen la productividad, sino que también generan costos adicionales debido al reemplazo de componentes, mantenimiento y reparaciones (Ministerio de Minería, 2024).

Por otro lado, la **infraestructura minera** se ve condicionada por la precipitación intensa, representando una de las mayores amenazas para la industria minera. Estos eventos extremos radican en inundaciones, deslizamientos de tierra y desbordes de ríos que pueden dañar la infraestructura minera, bloquear vías de acceso y generar aluviones, lo que conlleva a interrupciones en la producción, aumento de costos laborales y de reparación, y pérdidas de ingresos significativas. La suspensión de operaciones, implementada para proteger a los trabajadores y los activos, es una consecuencia directa de estos riesgos. Además, las inundaciones en las rutas de transporte pueden perturbar la cadena logística (Ministerio de Minería, 2024). Cabe señalar que el aumento de precipitaciones también incrementa el riesgo de inestabilidad en depósitos y sistemas de conducción de relaves, lo que puede llevar a filtraciones o colapsos y generar costos adicionales por mantenimiento y pérdidas de ingresos. La estabilidad física y química de estos depósitos es crucial para evitar el rebalse, la contaminación de aguas y suelos y la afectación de la flora y fauna (Ministerio de Minería, 2024).

Por otro lado, ante eventos de marejadas se generan problemas como cierres temporales de puertos y la respectiva transferencia de carga y navegación, lo cual afecta directamente el transporte del material minero a su destino final, aumentando los gastos logísticos debido a la necesidad de desviar la carga a otros puertos, generando sobre stock y pérdidas de ingresos, y elevando los costos para mantener reservas de insumos importados. Además, las marejadas también impactan las plantas desaladoras, lo que puede llevar a la paralización de sus operaciones por falta de agua y a un aumento en los gastos de mantenimiento y reparación de estas instalaciones (Ministerio de Minería, 2024).

Ciudades

El cambio climático afecta a las ciudades con una mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos (inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra e incendios forestales), además de olas de calor, aumento del nivel del mar, inseguridad alimentaria e hídrica y las respectivas desigualdades que conlleva la heterogeneidad de las infraestructuras de las distintas ciudades (PNUD, 2024). A continuación, se realiza la descripción de estas vulnerabilidades e impactos en ciudades revisadas en distintas fuentes.

En primer lugar, por el cambio climático las ciudades están exponiéndose cada vez más a **fenómenos meteorológicos extremos** (PNUD, 2024). El cambio climático está intensificando las precipitaciones en algunas regiones, provocando inundaciones y tormentas severas. Estas condiciones causan daños significativos a la infraestructura urbana, incluidos edificios, sistemas de transporte y suministro de agua, además de afectar la economía local y la seguridad de las comunidades (MINVU, 2018). Tal fue el caso de las intensas lluvias de 2024 en la Región del Maule que provocaron desbordes de canales de regadío y esteros que inundaron zonas urbanas dañando múltiples viviendas. Así mismo, en la Región de Ñuble se reportaron deslizamientos de tierra, desbordes de esteros y canales y socavones, dejando aislada a gran parte de la población (Mondaca & Estrada, 2024). En contraste, la creciente **escasez de agua** afectará especialmente a las ciudades en regiones áridas y semiáridas. A medida que los glaciares en Sudamérica retroceden, muchas ciudades andinas enfrentarán una mayor falta de agua durante la temporada seca (MINVU, 2018). Respecto a los incendios, el pasado febrero de 2024 en la Región de Valparaíso, se afectaron 8.657 hectáreas en zonas de interfaz urbano forestal, siendo 427,78 hectáreas correspondientes a zonas urbanas que provocaron múltiples pérdidas civiles, de infraestructura crítica y habitacional (CONAF, 2024; Gobierno de Chile, 2024a; L. González & Lara, 2024).

En el mismo contexto de fenómenos meteorológicos extremos, Muñoz *et al.* (2019) destacaron el riesgo del **crecimiento urbano en áreas costeras** de baja elevación, donde la población se ve expuesta a sufrir daños en las viviendas, infraestructura y conectividad.

Por otro lado, debido al cambio climático, se espera un aumento en la frecuencia de olas de calor y calor nocturno, intensificando las **islas de calor urbano**, especialmente en el norte y centro de Chile. La exposición al calor puede causar problemas de salud como agotamiento, insolación, dolores de cabeza, mareos y agravar enfermedades crónicas debido a la respuesta cardiovascular y deshidratación. Al mismo tiempo, las personas con menor nivel socioeconómico enfrentan mayores dificultades para mitigar el efecto de las islas de calor urbano debido a la falta de acceso a recursos como aire acondicionado, viviendas con mejor aislamiento térmico y agua potable. Esta situación agrava la vulnerabilidad de las poblaciones de bajos ingresos, combinando problemas de diseño urbano y justicia social, y aumentando la desigualdad en la exposición y los efectos del calor extremo (P. Smith *et al.*, 2024).

Algunos riegos e impactos directos que destaca el estudio *Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica* (Muñoz *et al.*, 2019) se sintetizan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Riesgos climáticos e impactos directos en las ciudades.

Riesgos climáticos	Impactos directos en las ciudades
Aumento del nivel del mar	- Inundaciones y desplazamientos de la población. - Inundaciones costeras y mayores tormentas. - Erosión costera y pérdida de tierras. - Aumento de las capas freáticas y problemas de drenaje. - Incremento de la salinidad de los ambientes costeros. - En las actividades económicas y de ocio.
Eventos extremos	- Daños en las infraestructuras, los medios de vida, tormentas de viento, lluvias torrenciales, inundaciones, olas de calor y sequías, aumento en la intensidad de los ciclones tropicales.
Uso de la energía	- Cambios en la demanda energética en invierno y verano. - Aumento del uso del aire acondicionado llegando a producir apagones.
Disponibilidad de agua	- Disminución de las precipitaciones y de las aguas subterráneas, limitando la disponibilidad de agua. - El retiro de los glaciares reduce el suministro de agua urbana. - Aumenta la demanda de agua producto del aumento de las temperaturas. - Reducción de la calidad del agua debido a la baja de las corrientes de los ríos.

Fuente: Muñoz *et al.*, 2019.

Foto: Tomás Gómez S.

Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha destacado que el cambio climático es uno de los mayores desafíos para la salud global en las próximas décadas. Los efectos de este fenómeno afectarán negativamente los determinantes sociales y ambientales de la salud, como el aire limpio, el agua potable, los alimentos y la vivienda segura. En las últimas décadas Chile ha experimentado una variedad de eventos climáticos extremos que han afectado significativamente la salud y seguridad de las personas, por ello, en la Tabla 4 se describen los impactos en la salud asociados a cada uno de estos eventos climáticos extremos.

Respecto a los impactos en la salud mental, es importante considerar que pueden ser de tres tipos: agudos y directos, indirectos y psicosociales. Los primeros están relacionados con eventos extremos que causan traumas psicológicos, como enfermedades somáticas, depresión y abuso de sustancias. Los impactos indirectos pueden llevar a reacciones como ansiedad, tristeza y falta de sensibilidad. Los impactos psicosociales afectan a nivel comunitario y pueden surgir de fenómenos climáticos como olas de calor o sequías, provocando conflictos intergrupales, escasez de recursos y migraciones (Cabrera *et al.,* 2020).

Además, es necesario explicar que tanto el aumento de humedad o condiciones de sequía provocaría un aumento en la proliferación de vectores infecciosos, como mosquitos transmisores del Dengue, debido a cambios en el abastecimiento de agua potable y prácticas de riego (Cifuentes *et al.,* 2020).

Tabla 4. Impactos en salud y su asociación a fenómenos climáticos.

Impactos en salud esperados	Fenómenos climáticos asociados
Aumento de enfermedades infecciosas, diarreicas y malnutrición	Sequías y precipitaciones extremas (esta última es factor de inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos): se espera que provoquen una disminución de la calidad y cantidad disponible de agua y alimentos.
Variación en la distribución y frecuencia de enfermedades transmitidas por mosquitos, garrapatas y otros vectores	Aumento de humedad o condiciones de sequía. Se asocia a dichos eventos la proliferación de vectores infecciosos transmisores de enfermedades mencionadas.
Aumento de lesiones y defunciones	Sequías: como consecuencia generarían un aumento del uso de combustibles fósiles para la generación de energía, lo que provocaría un deterioro en la calidad del aire como también persistencia de episodios de contaminación producto de la disminución de las precipitaciones.
Aumento de trastornos sicológicos	Aumento de temperatura media, de las concentraciones de ozono troposférico y de alérgenos transmitidos por el aire.
Aumento de enfermedades cardio-respiratorias y alérgicas	Aumento de temperaturas extremas y de probabilidad de episodios agudos de contaminación provocados por incendios forestales.
Crisis de salud en personas vulnerables (niños, ancianos, mujeres embarazadas, población de bajos recursos, personas expuestas al aire libre periódicamente y personas con enfermedades preexistentes, principalmente enfermedades respiratorias y cardiovasculares)	Aumento de temperaturas extremas
Aumento de enfermedades asociadas a Vibrio *parahemolyticus* y floraciones algales nocivas	Aumento de temperatura del mar y de aguas continentales

Fuente: elaboración propia a partir de Minsal (2024).

Zonas costeras

A continuación, se describen las amenazas e impactos que pueden afectar los sistemas y unidades territoriales en las zonas costeras. Para ello se identifican las vulnerabilidades de la zona costera por macrozona, debido a que poseen un comportamiento disímil en los riegos asociados a oleaje, temperatura, viento y precipitaciones (ver Tabla 5) (Subsecretaría para las Fuerzas Armadas [SSFFAA], 2024).

En el contexto de los puertos pertenecientes al Sistema Portuario Estatal, el cambio en el régimen del oleaje y el incremento en la frecuencia e intensidad de las marejadas pueden generar un aumento significativo en el tiempo de inactividad para las embarcaciones de mayor tamaño, con repercusiones económicas dentro de la cadena logística, impactando la operatividad portuaria y los servicios asociados.

La pesca industrial desarrollada en aguas jurisdiccionales fuera del área reservada para la pesca artesanal enfrenta múltiples desafíos derivados del aumento de la temperatura, salinidad, marejadas, viento y nivel del mar, además de una disminución en los niveles de oxígeno, precipitaciones y pH, lo que provoca acidificación y cambios en la circulación costera. Estos factores pueden dificultar la captura de especies, que en algunos casos tienden a desaparecer o migrar, afectando tanto la disponibilidad como la economía de esta industria.

En cuanto a la acuicultura, específicamente en áreas de concesiones de salmonicultura en la Región de Los Lagos hacia el sur, el incremento en los días sin lluvia y el aumento de los años secos, junto con el alza en la temperatura general, pueden resultar en una mayor mortalidad de las especies cultivadas y una menor calidad y disponibilidad de semillas, reduciendo la productividad y la comercialización, además de favorecer la aparición de especies invasoras, pestes y enfermedades.

Para la flota de pesca artesanal, que opera en 545 caletas, el cambio en el régimen de oleaje y el incremento de las marejadas conllevan un mayor tiempo de cierre de estas caletas, afectando a las embarcaciones menores y generando impactos económicos significativos por la disminución en los desembarques.

Los asentamientos costeros, que comprenden 433 asentamientos humanos como ciudades, pueblos, aldeas y caseríos, podrían enfrentar un aumento en la cota de inundación debido a la combinación del aumento en el nivel del mar y la intensificación de las marejadas, lo que representa un riesgo para la infraestructura y seguridad de estos asentamientos.

En cuanto a las playas de arena, podría acelerarse los procesos de erosión de la línea de costa, consecuencia directa de los cambios en la cota de inundación. Los humedales costeros y urbanos también están sufriendo degradación debido a estos cambios, lo que compromete su función ecológica y su capacidad para absorber agua durante eventos climáticos extremos.

Finalmente, en las islas oceánicas, costeras e interiores, el aumento de la cota de inundación y los cambios en los patrones de precipitaciones y temperatura se presentan como un factor de erosión costera e inundación en playas e infraestructuras; inestabilidad en los acantilados; reducción en la disponibilidad de aguas subterráneas; afectación a sectores económicos, como el turismo y cambios en la distribución de especies.

Tabla 5. Priorización de sistemas naturales y humanos considerados vulnerables por macrozona.

Macrozona	Sistemas naturales más vulnerables			Sistemas humanos más vulnerables		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°
Norte	Estuarios, Ríos y Humedales	Dunas y Playas	Acantilados	Pesca Artesanal	Asenta-mientos Costeros	Puertos
Centro	Estuarios, Ríos y Humedales	Dunas y Playas	Islas Costeras	Asenta-mientos Costeros	Turismo	Puertos
Sur	Dunas y Playas	Bahías	Estuarios, Ríos y Humedales	Pesca Artesanal	Infraestruc-tura Industrial	Red Vial
Austral	Canales, Fiordos e Islas interiores	Islas Costeras	Dunas y Playas	Acuicultura	Pesca Artesanal	Asenta-mientos Costeros
Insular	Islas Oceánicas y Montes submarinos	Acantilados	Dunas y Playas	Pesca Artesanal	Asenta-mientos Costeros	Turismo

Fuente: MMA (2019) citado por SSFFAA (2024).

Pesca y acuicultura

El cambio climático es un fenómeno global que representa una amenaza directa para la pesca y la acuicultura de Chile, ya que se espera un aumento continuo en las temperaturas máximas promedio, así como cambios en las precipitaciones y los patrones de viento, que alterarán significativamente los ecosistemas marinos y costeros. Estos cambios tienen impacto directo en la productividad, desarrollo, alimentación, reproducción, abundancia y distribución de las especies marinas. Además, cambios graduales en variables como temperatura y lluvia y eventos extremos como marejadas, floraciones algales nocivas, olas de calor/frío marinas, y ríos atmosféricos pueden ocurrir de manera impredecible, causando una degradación del hábitat marino y daños en la infraestructura de apoyo para actividades de pesca y acuicultura, afectando los beneficios de las comunidades dedicadas a la extracción de recursos pesqueros y actividades de acuicultura en pequeña escala (Cubillos *et al.,* 2021; SUBPESCA, 2024).

Las principales amenazas climáticas para el sector de pesca y acuicultura es la reducción de precipitaciones y aumento de temperaturas que hacen proliferar floraciones de algales nocivas (FAN) e incrementan la salinidad del mar. Las FAN —favorecidas además por la acidificación de los océanos— han sido particularmente estudiadas por la transversalidad de sus impactos, pues afectan directamente la producción de la acuicultura de peces, pero también tiene impactos económicos al reducir el empleo y, por ende, disminuir los ingresos de los hogares y de las municipalidades al haber menos pago de patentes acuícolas (Ugarte *et al.,* 2022). Además, el sector de la acuicultura prevé pérdidas significativas tanto en la producción como en la biomasa de especies de alto valor económico, como la salmonicultura y mitilicultura, debido a la menor disponibilidad de agua dulce y a la misma proliferación de las FAN. Por ejemplo, se registra que la zona con mayor riesgo de pérdida de biomasa de mejillones (choritos) para cosecha debido a contaminación por toxinas provocadas por FAN corresponde a los alrededores de la isla de Chiloé, en la Región de Los Lagos. Sumado a esto, también se espera que aumente el parasitismo de *Caligus rogercresseyi,* el piojo de los cultivos que prolifera cuando existe mayor salinidad en el mar (SUBPESCA, 2024). En este caso, el riesgo de pérdida de biomasa (cosecha) en el clima futuro debido al incremento de este parásito destaca las regiones de Los Lagos y Aysén, notoriamente en la zona del mar interior de Chiloé.

También se identifica el riesgo de pérdida de biomasa de semilla de mejillones (choritos) debido a otra amenaza: el incremento de salinidad en la columna de agua por ausencia de precipitaciones. La zona con mayor riesgo proyectado corresponde a la zona costera precordillerana de la Región de Los Lagos, principalmente en las comunas de Cochamó, Puerto Montt y Hualaihué.

En términos pesqueros, se identifican cambios en la composición y migración de especies marinas (SUBPESCA, 2024). Los fenómenos climáticos también provocan la reducción de desembarques y cosechas acuícolas debido a cambios en el régimen de surgencia, temperatura superficial del mar y composición de especies marinas. En este caso, las áreas de mayor riesgo son: la costa de las regiones de Antofagasta y Atacama, la costa del mar interior de Chiloé (Región de Los Lagos) y la costa de la Región de Los Ríos. También se identifica el riesgo de disminución de la abundancia de alga parda, el que, si bien está presente en la mayor parte de las costas del país, las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo presentan el mayor riesgo.

Finalmente, se identifica el riesgo de aumento del tiempo sin actividad operacional en embarcaciones menores, es decir, cuando las condiciones no permiten la realización de actividades pesqueras por aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos. Las caletas de mayor riesgo corresponden a Antofagasta, Taltal y Chañaral de Aceituno, donde el aumento del tiempo sin actividad operacional podría afectar tanto a embarcaciones menores como también a naves mayores en puertos y de descarga de combustible.

Turismo

En Chile, el turismo es un pilar económico importante, ya que este sector impulsa la economía local y nacional, promueve la cultura y la naturaleza chilena, y contribuye al desarrollo sostenible. Sin embargo, el sector turístico en Chile es muy susceptible a los impactos del cambio climático debido a su conexión con la naturaleza y su dependencia de infraestructuras y agricultura. Los cambios en el clima, como variaciones en precipitación y temperatura, pueden afectar la viabilidad de actividades turísticas. Eventos extremos, como olas de calor, frío y el aumento del nivel del mar, pueden desalentar el turismo en algunas áreas y dañar las infraestructuras costeras, como restaurantes y alojamientos. Los impactos, vulnerabilidades y riesgos a los cuales se encuentra supeditado el sector turismo, según tipología de destino turístico, se presentan a continuación (Subsecretaría de Turismo, 2024).

- Para las comunas en la tipología Montaña, el principal riesgo es la pérdida de atractivos turísticos en centros de alta montaña y el aumento de inseguridad hídrica para la población.
- En las comunas de tipología Naturaleza y Rural, se observa una disminución en la inseguridad hídrica doméstica tanto urbana como rural. En estas áreas, el riesgo principal es la pérdida de flora debido a cambios en las precipitaciones y la pérdida de fauna por variaciones de temperatura.
- Para las comunas Urbanas y de litoral, los mayores riesgos son la pérdida de turismo en destinos de sol y playa por marejadas y una alta inseguridad hídrica doméstica.
- En las comunas tipo Lacustre y Fluvial, el riesgo principal es la pérdida de flora y fauna por cambios en precipitaciones y temperaturas.

- Para las comunas de la tipología Litoral, los mayores riesgos incluyen pérdida de flora y fauna por cambios en precipitaciones y temperaturas, aumento de inseguridad hídrica y pérdida de turismo de sol y playa por marejadas.
- Las comunas de la tipología Extremo Sur muestran un comportamiento diverso, sin embargo, el riesgo más notable es la pérdida de flora y fauna debido a cambios en precipitaciones y temperaturas.
- En las comunas de tipo Insulares no se tienen resultados representativos.

Transporte

El transporte es importante para la sociedad, el desarrollo económico y la cohesión social. La necesidad de desplazarse surge de la distribución geográfica de actividades humanas como habitar, trabajar y estudiar. Esta demanda de transporte utiliza diversas infraestructuras y modos de transporte, cuyo funcionamiento y mantenimiento están amenazados por el cambio climático (MTT, 2024).

Riesgos climáticos como el aumento del nivel del mar, cambios de temperatura y eventos meteorológicos extremos pueden causar daños a puentes, carreteras, vías férreas, y afectar la operación de los sistemas de transporte, aumentando los costos de mantenimiento y disminuyendo la vida útil de las infraestructuras. Además, la inacción ante estos desafíos podría resultar en interrupciones temporales o permanentes de los servicios de transporte (MTT, 2024).

El **incremento del nivel del mar, las marejadas y la respectiva erosión** que provocan representan graves riesgos para la infraestructura portuaria, pudiendo causar daños significativos e interrupciones en las operaciones portuarias y el tráfico marítimo. También la infraestructura costera baja, como carreteras, vías férreas, túneles y corredores subterráneos de ferrocarril y metro, se vuelve especialmente vulnerable, enfrentando posibles daños o inaccesibilidad. Además, las inundaciones costeras se agravan cuando las marejadas se acumulan sobre una base más alta, penetrando hacia el interior y causando cierres de carreteras, vías férreas y aeropuertos.

Los **vientos extremos y las tormentas** aumentan la probabilidad de fallas en infraestructuras y de interrupciones en las operaciones de todos los modos de transporte. Los puentes, particularmente los largos, son especialmente vulnerables a los vientos fuertes, así como la infraestructura auxiliar como señales de tránsito, semáforos, pasos elevados, estaciones de tren y estaciones de cobro de peajes. Estos eventos también pueden dañar las líneas aéreas de ferrocarriles, el suministro eléctrico, la señalización y la iluminación, incrementando el riesgo de caída de árboles, lo que puede cortar vías férreas y carreteras. Además, las operaciones aéreas enfrentan retrasos y cancelaciones, mientras que grúas e instalaciones de terminales pueden resultar dañadas. Así mismo, los vehículos también enfrentan mayores peligros de seguridad.

Las **lluvias intensas** también pueden afectar inundando carreteras, vías férreas y túneles, lo que provoca interrupciones del tráfico y cierres de infraestructuras viales y ferroviarias. Los taludes pueden fallar y producir deslizamientos de tierra, afectando carreteras y vías férreas. Las carreteras de grava y tierra, así como las vías férreas, son propensas a derrumbarse. Además, los puentes y otras estructuras que cruzan cursos de agua pueden sufrir erosión, socavación o derrumbes. La carga de sedimentos en las obras de drenaje puede aumentar generando mayores costos de mantenimiento. También existe la posibilidad de cargas repentinas de nieve en puentes y otras estructuras elevadas, y de congelamientos súbitos en sistemas de drenaje, lo que puede causar inundaciones. En contraste**, las sequías** reducen la navegabilidad de las vías fluviales interiores. La aridez incrementada o el descenso del nivel freático pueden provocar el asentamiento de infraestructuras y lechos de carreteras, afectando la estabilidad de sus bases. Además, períodos prolongados de baja precipitación pueden dañar los sistemas de producción y aumentar los costos de mantenimiento de infraestructuras viales, especialmente en carreteras sin pavimentar.

Las temperaturas extremas también pueden deteriorar significativamente las infraestructuras de transporte. Los pavimentos pueden ablandarse, agrietarse, desarrollar surcos, entre otros. Las vías férreas pueden deformarse y pandearse, y las juntas de los puentes pueden dilatarse térmicamente. El consumo de energía también aumenta debido a la necesidad de refrigerar mercancías y al uso intensivo de aire acondicionado. Los incendios forestales, provocados o exacerbados por el calor extremo, impactan la infraestructura vial y la visibilidad en aeropuertos debido al humo, además de interrumpir servicios de transporte y afectar líneas de comunicación y energía. Al contrario, **las temperaturas extremadamente bajas** pueden causar agrietamientos térmicos en pavimentos y pistas, así como en las vías férreas, comprometiendo su integridad y funcionamiento.

Por último, es importante mencionar que la vulnerabilidad del sector afecta particularmente a personas mayores, personas con discapacidad, personas dependientes, cuidadores, mujeres, niños y adolescentes, y personas de bajos ingresos económicos (MTT, 2024). Por ello, estas amenazas subrayan la necesidad de planificar y adaptar las infraestructuras de transporte para enfrentar los desafíos derivados del cambio climático, garantizando así la seguridad y la continuidad de los servicios de transporte.

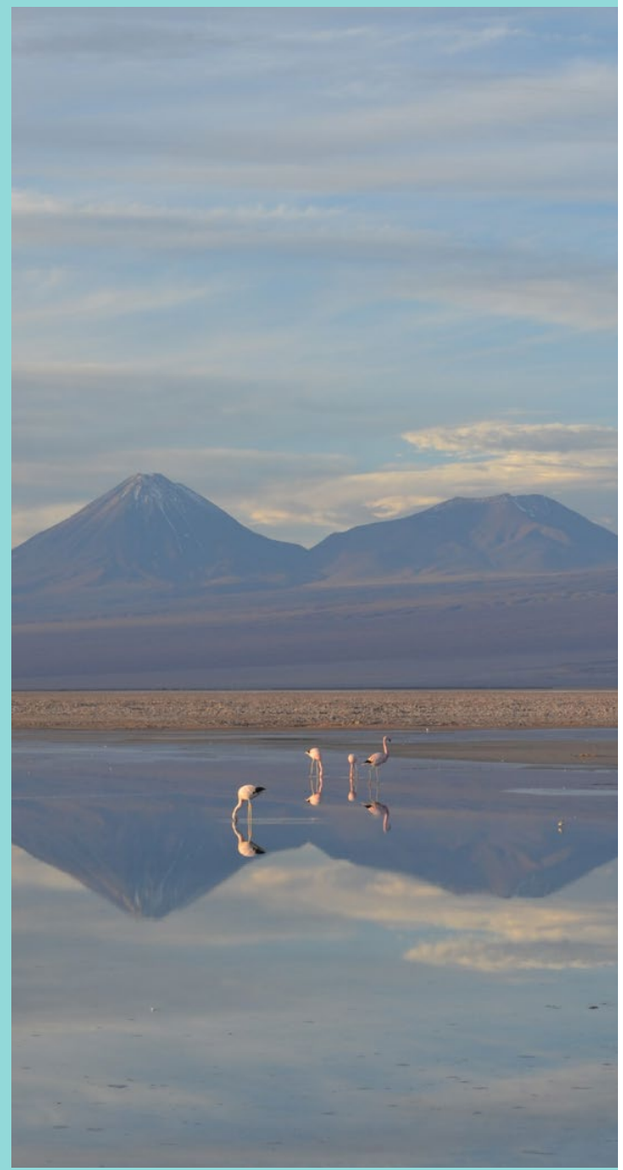


Foto: Bryan Contreras

4.2.3 Enfoques, metodologías, herramientas, incertidumbres y desafíos

Esta sección describe las disposiciones legales e institucionales y las principales herramientas y productos para la información climática que han permitido al país avanzar hacia en adaptación.

4.2.3.1 Disposiciones legales e institucionales de la información climática para la toma de decisiones

En términos de la información para la adaptación al cambio climático en el país, la LMCC integra tres elementos clave:

1. El **principio científico** (Artículo 2) sobre el cual se deben basar las políticas, planes, programas y demás instrumentos que se dicten o ejecuten. Este principio establece que las medidas e instrumentos de adaptación al cambio climático deben basarse en la mejor ciencia disponible y que el Estado debe de fortalecer la conexión entre ciencia y políticas públicas para optimizar la toma de decisiones y asegurar la implementación efectiva de estrategias a largo plazo, con especial énfasis en la estimación de riesgos. Se prioriza la independencia de la investigación científica y la difusión amplia de sus resultados a la población.

   La ciencia es también un pilar fundamental de la NDC y la ECLP. La NDC busca reducir vulnerabilidades y fortalecer la resiliencia y la adaptación del país, basándose en la mejor ciencia disponible para proteger a las personas, sus medios de vida y los ecosistemas (Gobierno de Chile, 2020). Por su parte, la ECLP orienta la política climática de Chile hacia 2050, garantizando que las acciones y políticas públicas estén respaldadas por y sustentadas en el conocimiento científico más avanzado.

2. Las **definiciones de conceptos clave** en el marco de la ley (Artículo 3) incluyendo: Cambio climático; Efectos adversos del cambio climático; Riesgos vinculados al cambio climático; Vulnerabilidad al cambio climático; Grupos vulnerables; Adaptación al cambio climático; Gestión del cambio climático; Resiliencia climática; Pérdidas y daños; entre otros. Esto permite mantener un marco conceptual de cambio climático para el país, mientras se asegura un entendimiento común de estos conceptos clave para los efectos de la ley.

3. El establecimiento de un **Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático** (Artículo 31), donde se plantea una plataforma de adaptación. Este sistema de acceso a la información se encuentra en fase de proyecto y elaboración y será administrada por el Ministerio del Medio Ambiente con apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. La plataforma de adaptación funcionará como un sistema de información nacional de adaptación, incluyendo mapas de vulnerabilidad y proyecciones climáticas actuales y futuras para el país, así como información sobre medias adoptadas y su seguimiento.

La fundamentación en la mejor información científica disponible no solo se refiere a los instrumentos de gestión del cambio climático de nivel nacional, sectorial, regional y comunal de la LMCC, sino también a otros instrumentos tales como los Instrumentos de Ordenamiento y Planificación Territorial (Artículo 43, mediante la Evaluación Ambiental Estratégica) y los proyectos sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental (Artículo 40) que deben incluir consideraciones derivadas de la información de la plataforma de adaptación climática en sus procesos de formulación.

De este modo, se establece una estrecha relación entre los instrumentos de política pública y la información científica para la adaptación. La generación, uso, actualización y mantención de **herramientas que ponen a disposición información y datos oficiales sobre las tendencias de cambio climático, sus proyecciones, amenazas, vulnerabilidades y riesgos adquiere una relevancia central.** Entre ellas, se incluyen índices climáticos de la Dirección Meteorológica de Chile y reportes anuales tales como los informes de la Evolución del Clima que proporcionan datos climáticos y sus tendencias históricas. Actualmente, la plataforma de adaptación se materializa en parte en el Atlas de Riesgo Climático (ARClim), repositorio de índices climáticos para el territorio nacional con los periodos histórico reciente (1980-2010) y futuro cercano (2035-2065, según escenarios de emisiones) puesto a disposición en una herramienta en línea.

4.2.3.2 Red de estaciones de monitoreo

Chile cuenta con una amplia red de estaciones de monitoreo que permite cubrir de manera integral las diversas zonas climáticas del país. Esta red incluye estaciones fluviométricas, meteorológicas, sedimentométricas, glaciológicas, de control de nivel (pozos), de calidad del agua, de lagos y embalses, entre otras. En cuanto a las estaciones meteorológicas, que son clave para el análisis de tendencias climáticas, el país cuenta con alrededor de 1.000 estaciones de este tipo.

Las principales entidades responsables de estas mediciones son la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la Dirección General de Aguas (DGA). Esta última gestiona 860 estaciones meteorológicas, aunque el número total de estaciones bajo su administración supera las 3.500. Por su parte, la DMC mantiene una red de estaciones para la recopilación y transmisión de datos meteorológicos en el país, cuyos datos ingresan a la base Climatológica que se encuentra en línea y de acceso público desde la página web de la DMC. Específicamente, la DMC consta de dos tipos principales de estaciones:

a) Una red de 25 estaciones ubicadas en los principales aeródromos y aeropuertos del país, que cuentan con información sensorial cada 1 hora, parámetros que son ingresados en línea a la base de datos del servicio.

b) 130 estaciones automáticas climatológicas que registran información en línea y la transmiten cada 1 minuto, quedando registrada en la base de datos.

Por otra parte, se entrega de manera horaria y mensual, datos de estas estaciones meteorológicas a los centros mundiales de intercambio internacional de datos. Desde el año 2021, se han instalado 5 nuevas estaciones automáticas y durante el año 2024 están siendo instaladas 4 estaciones adicionales. Sin embargo, la DMC no cuenta con presupuesto para ampliar y mantener la red de estaciones automáticas de monitoreo en los próximos años.

4.2.3.3 Portal de Servicios Climáticos: índices, productos y monitor

Uno de los avances durante el período de reporte ha sido respecto de la disposición pública de datos abiertos de cambio climático y el monitoreo de variables climáticas observadas impulsado por la DMC. Específicamente, en el portal de Servicios Climáticos se han incorporado 10 **nuevos indicadores de cambio climático** a disposición de los usuarios, incluyendo:

1. Índice de Aridez de Martone (MAI)
2. Olas de calor compuesta (TXdTNd)
3. Olas de frío compuesta (TXbdTNbd)
4. Índice de Concentración de Precipitación (PCI)
5. Días sobre 50 mm (d50mm)
6. Índice Modificado de Fournier (MFI)
7. Días consecutivos con heladas (cfd)
8. Días consecutivos de verano (csd)
9. Cruza cero (ZCI)
10. Grados días de calefacción (HD17)

Además de los nuevos indicadores, la DMC ha mantenido un esfuerzo continuo por incorporar y poner a disposición **nuevos productos y servicios** al Portal de Servicios Climáticos[9] y así dar cuenta de una amplia gama de variables meteorológicas. Los productos publicados incluyen los siguientes:

- Datos históricos de ozono atmosférico en la estación de Isla de Pascua;
- Imágenes satelitales de 32 canales;
- Codificador clave BUFR online;
- Boletín Regional Temperaturas Mínimas Horarias;
- Meteograma, pronóstico a 5 días;
- Monitoreo de olas de frío;
- Imágenes de heladas pronosticadas;
- Visualizador de imágenes de tormentas;
- Visualizador de cartas de superficie;
- Coberturas geoespaciales de olas de calor (formato GeoJson);
- Coberturas geoespaciales de olas de frío (formato GeoJson).

Finalmente, en el portal de Servicios Climáticos se incorporó el **monitor de sequía,** que considera un índice combinado además de los índices de sequía meteorológica. El monitor da cuenta de la evolución de la sequía por categorías, así como también del área afectada por la sequía. Este monitor fue elaborado en el marco del Proyecto Euroclima +: Sequías e Inundaciones, utilizando metodologías compatibles con el monitor de sequías de EE. UU.-México habilitado desde el 2021-2022.

[9] https://climatologia.meteochile.gob.cl/

4.2.3.4 Reportes de la Evolución del Clima

Desde 2017, la DMC prepara anualmente los Reportes de la Evolución del Clima que dan cuenta de la evolución histórica de las variables climáticas y permiten evidenciar los cambios y tendencias. Los principales objetivos del Reporte es dar a conocer cómo evoluciona el clima en Chile y entender las tendencias del cambio climático reflejadas en las observaciones de las principales variables climáticas (como la precipitación y la temperatura) y los índices de eventos extremos climáticos derivados de ellas. Estos últimos índices corresponden a aquellos recomendados por la Organización Meteorológica Mundial para hacer vigilancia del cambio climático y poder tener mejores herramientas para identificar zonas vulnerables a las variables climáticas. Así, este informe anual tiene además el objetivo de contribuir a la toma de decisiones de los sectores socioeconómicos, academia e instituciones que requieren información climática. Año a año, los Reportes de la Evolución del Clima han ido incorporando las sugerencias de los usuarios, aumentando la cantidad de series de tiempo de las estaciones y priorizando aquellos temas que son necesarios para el diagnóstico del clima.

En el último reporte de 2023 se utilizaron 156 estaciones de temperatura y 361 de precipitación para el análisis mensual. No obstante, para análisis de datos diarios las estaciones incorporadas se reducen considerablemente a 49, correspondiente a aquellas que cuentan con la calidad necesaria.

- Con la **información mensual** se analiza la evolución (tendencias y comparación del año con la historia) de la temperatura media y extremas, la precipitación, días con precipitación tanto anual como estacionalmente, además permite observar cambios provinciales y hasta comunales en algunas regiones.
- Con la **información diaria** se analizan principalmente los índices climáticos extremos, tales como olas de calor, índices de sequía, noches cálidas entre otros. Son alrededor de 19 índices asociados a la precipitación y 24 índices de temperatura. También la información diaria de las 4 estaciones de radiosonda (información meteorológica en altura) permite observar la altura de la isoterma de 0 °C. El reporte también recopila información climática relevante que afectó al país durante el año.

Lo principal son los datos, por este motivo lo más crítico es la debilidad que hay a la hora de conseguir toda la información en el tiempo esperado.

4.2.3.5 Atlas de Riesgo Climático (ARClim)

El Altas de Riesgo Climático (ARClim) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) compone una plataforma de apoyo a la política pública en materia de adaptación, con el objetivo de evidenciar y comunicar información espacial con cobertura nacional sobre las proyecciones climáticas, los riesgos relacionados al cambio climático, la exposición y sensibilidad derivadas de diversos sectores y sistemas. La plataforma fue solicitada en el contexto de la presidencia de Chile en la COP25, ante la creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de fortalecer la acción del sector público en la materia. A cargo del MMA, el desarrollo de la herramienta fue llevada a cabo por centros de la academia, incluyendo el Centro de Cambio Global (Pontificia Universidad Católica de Chile), el CR2 y Meteodata (Universidad de Chile), entre otros equipos científicos nacionales. Desde su lanzamiento en 2020, la plataforma ha integrado nueva información y actualizaciones de sus contenidos. Importantemente, con la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático, ARClim se ha logrado consolidar como una herramienta clave para el diseño de políticas públicas y la implementación de medidas de adaptación en Chile.

ARClim es una robusta y sofisticada plataforma, pionera en su ambición, que integra una multiplicidad de información desde fuentes distintas para proveer un cuadro integral y multidimensional de las condiciones de riesgo para los distintos territorios del país (ARClim, 2020). Fundada en un marco conceptual común basado en la ciencia y una base de datos consistente, la información es puesta a disposición en una plataforma en línea que permite una visualización simple y la descarga de datos. Entre sus componentes, ARClim incorpora mapas de riesgos, un explorador de amenazas y mapas de especies, complementados por otras herramientas, productos avanzados e información complementaria de apoyo. A continuación, se describen los principales alcances metodológicos de cada componente principal.

Explorador de Amenazas[10]

Este explorador pone a disposición 63 índices que cuantifican las diferentes amenazas climáticas en función de la ocurrencia proyectada de condiciones meteorológicas adversas (MMA 2020a). Dichos índices se elaboraron a partir Modelos Generales de Circulación que replican el sistema climático y proyectan el clima futuro a una resolución espacial gruesa de 200 k. Para una señal climática robusta se emplearon múltiples modelos climáticos promediados y los resultados fueron precisados a una escala de mayor detalle mediante datos de más de 700 estaciones meteorológicas.

Elaborados inicialmente en base a la iniciativa CMIP5 del Quinto Reporte (AR5) del IPCC, los índices del explorador de amenazas fueron actualizados a fines del año 2023 en base al Sexto Reporte (AR6). Así, el explorador de amenazas permite visualizar y descargar índices climáticos con los promedios para el período histórico reciente (1980-2010)[11] y futuro cercano (2035-2065),

[10] Disponibles a través de: https://arclim.mma.gob.cl/amenazas2/

[11] Cabe destacar que el corte del período histórico fue definido en el 2010 considerando que a partir de ese año se observan los efectos de la megasequía que evidencia señales de cambio climático antrópico (CR2, 2015). Así, incluir años posteriores en el período histórico resultaría en una alteración de los índices de amenazas climáticas.

además del cambio entre ambos períodos que indica el efecto incremental del cambio climático bajo diferentes escenarios de emisiones de GEI o *Shared Socioeconómic Pathways*. Los índices climáticos disponibles abarcan todo Chile continental y abordan diferentes temáticas incluyendo calor, frío, precipitaciones (desagregada, además, en lluvia y nieve), viento, humedad, insolación y presión. Cuentan con resoluciones espaciales y temporales y escenarios de emisiones flexibles y ajustables de acuerdo a las necesidades del usuario.

- Escalas temporales: promedios anuales, trimestrales, estacionales, mensuales entre otros;
- Escalas espaciales: en datos grillados de 5×5 k o en unidades territoriales de uso común tales como regiones o comunas;
- Escenarios de emisiones: incluyendo SSP5-8.5 (desarrollo basado en combustibles fósiles)[12] y SSP2-4.5 (crecimiento moderado con emisiones intermedias). Permanece disponible para consulta el escenario de emisiones RCP8.5 utilizado previamente en la elaboración de los mapas de riesgo.

Esta metodología robusta permite que los resultados de los modelos del clima puedan informar apropiadamente las condiciones medias en función del período de referencia (MMA 2020a). Para el período histórico (1980-2010), se verificó que las simulaciones reproduzcan adecuadamente el clima observado, mientras que los resultados para el clima futuro (2035-2065) representan una proyección (y no una predicción) en función de diferentes escenarios de concentración de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

[12] Para las evaluaciones de riesgo climático futuras se ha establecido que debe utilizarse el peor escenario, a saber, SSP5-8.5 de altas emisiones.

Mapas de Riesgo Climático[13]

Los Mapas de Riesgo Climático de ARClim fueron desarrollados según las directrices del Quinto Informe (AR5) del grupo de trabajo II del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (WGII-IPCC) (MMA 2020a). La evaluación del riesgo climático se lleva a cabo mediante la metodología de las "cadenas de impacto"[14] desarrollada por la agencia de cooperación alemana GIZ (GIZ y EURAC, 2017), reconocida oficialmente por la UNFCC como una de las metodologías para desarrollar análisis de riesgo.

El riesgo climático se aborda para diferentes sectores sociales, ambientales y productivos, calculado en función de la interacción de los factores de exposición, amenaza y vulnerabilidad, que a su vez se descompone en sensibilidad y capacidad adaptativa. Los resultados del análisis de estas cadenas de impacto se materializan en índices de riesgo climático por sector y temática, que indican la magnitud del daño potencial ante un cambio en las condiciones climáticas futuras. Algunos de los mapas agregan, además, una dimensión ulterior de resiliencia o capacidad adaptativa para comprender el grado en que el sector o sistema en cuestión es capaz de poner en acto acciones para reducir los riesgos.

Mientras se inició con 55 mapas, actualmente ARClim cuenta con 80 mapas de riesgo principalmente a nivel comunal (algunos con unidades mínimas diferentes) y cobertura nacional o regional para 12 sectores, incluyendo acuicultura, agricultura, biodiversidad, bosques nativos, plantaciones forestales, recursos hídricos, infraestructura costera, pesca artesanal, energía eléctrica, minería, salud y bienestar humano y turismo.

[13] Disponibles a través de: https://arclim.mma.gob.cl/index/

[14] Se entiende por cadena de impacto a una señal climática (ej. un evento de lluvia fuerte) que puede provocar un impacto físico directo, causando una secuencia de impactos intermedios (ej. erosión cuenca arriba, contribución a las inundaciones cuenca abajo), lo cual -debido a la vulnerabilidad de elementos expuestos del sistema socio-ecológico (SSE)- finalmente conduce al riesgo (o múltiples riesgos) (GIZ & EURAC, 2017).

En su formulación inicial, la evaluación del riesgo climático involucró la participación de diversas universidades y centros de investigación de todo el país, mientras que las nuevas evaluaciones han provenido principalmente de los análisis elaborados en el marco de los instrumentos de gestión del cambio climático sectoriales y regionales. Así, los mapas de riesgo son una sistematización del conocimiento científico en estrecha retroalimentación con la política pública puesta a disposición para informar la toma de decisiones en los diferentes instrumentos de gestión ambiental y del cambio climático. Se espera que las futuras evaluaciones de riesgos consideren las nuevas proyecciones climáticas y que los riesgos evaluados con los escenarios RCP se mantengan como referencia hasta su actualización.

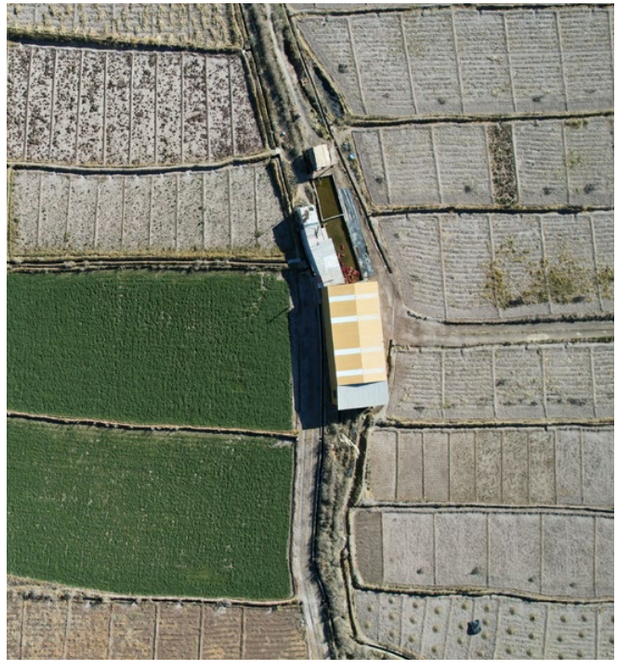


Foto: Tomás Gómez

Mapas de especies[15]

Los mapas de especies de ARClim permiten visualizar y descargar modelos de distribución de 440 especies de flora y 110 de fauna nativa y endémica de Chile para un periodo histórico reciente (1980-2010) y un periodo futuro cercano (2035-2065, bajo el escenario RCP8.5) como su diferencia. Cada mapa muestra la probabilidad de presencia de cada especie en una grilla de 5×5 k, basada en modelos estadísticos (Maxent) que utilizan variables climáticas clave (evapotranspiración, precipitación acumulada, insolación solar, temperaturas mínimas y máximas anuales), junto con observaciones georreferenciadas.

Específicamente, para esta modelación se emplearon cinco variables climáticas obtenidas de las mismas simulaciones climáticas desarrolladas para ARClim:

- Evapotranspiración promedio anual;
- Precipitación acumulada anual;
- Promedio anual de la insolación solar diaria;
- Promedio anual de la temperatura mínima diaria;
- Promedio anual de la temperatura máxima diaria.

Los resultados se interpretan como la probabilidad que cada celda presente las condiciones climáticas (históricas o proyectadas en base a un escenario climático futuro de altas emisiones o RCP8.5) propicias para la presencia de determinada especie, sin predecir el número o densidad de individuos.

Herramientas avanzadas

Las herramientas avanzadas de ARClim tienen como objetivo apoyar a los usuarios y tomadores de decisiones que consulten la plataforma. Así, se incluyen, entre otros recursos, un resumen regional, una base de datos de los indicadores subyacentes, mapas detallados para las regiones que realizaron Planes de Acción Regionales de Cambio Climático, así como recursos de aprendizajes como cápsulas e informes de apoyo metodológico.

Necesidades de ARClim

En síntesis, ARClim se ha posicionado como una herramienta clave para informar los instrumentos de gestión del cambio climático y otros instrumentos de gestión ambiental. Con ello, se define y establece un marco de información de amenazas y riesgos común y transversal basado en la ciencia y con estrecha retroalimentación con la política pública. Sin embargo, el uso ampliado de ARClim implica también desafíos importantes:

- Específicamente respecto de los mapas de riesgo se han identificado **brechas metodológicas.** El nivel de riesgo climático representado en cada mapa es relativo y particular al sistema analizado, por lo que no es posible agregar los resultados de las diferentes cadenas de impacto ni tampoco identificar focos prioritarios entre diferentes riesgos climáticos.

- Si bien la plataforma representa un avance crucial para la adaptación, se han identificado algunas **brechas de información**, tanto nueva como a actualizar. Ello incluye información sobre amenazas climáticas (integración de territorios faltantes, información sobre eventos climáticos extremos y de inicio lento, amenazas relacionadas a caudales de ríos, glaciares, océanos, zonas de montañas, costas, etc.) y sobre riesgos climáticos (actualización escenario SSP5-8.5, nueva información de vulnerabilidad con foco en grupos vulnerables, nueva información de resiliencia, índices de riesgo de eventos climáticos extremos).

- Se requiere una **instalación transversal de las capacidades técnicas** de uso e interpretación de data de la plataforma entre los diferentes actores de organismos del Estado como también del sector privado. Esto es especialmente relevante considerando los **nuevos actores involucrados como usuarios** dados los cambios institucionales recientes.

- Respecto de los **aspectos de sistema, interfaz y visualización,** las principales necesidades consisten en la flexibilidad de las herramientas de consulta de datos en formatos más amigables para una gama más amplia de usuarios con diferentes niveles de conocimiento e innovaciones que permitan la generación de reportes que faciliten los diagnósticos climáticos.

- La esta estrecha relación entre ARClim y la toma de decisiones plantea el desafío de **implementar un sistema de gestión de la información** que asegure la actualización y robustez metodológica de la información proporcionada para informar los instrumentos de política pública.

Foto: Bryan Contreras

[15] Disponibles a través de: https://arclim.mma.gob.cl/biodiversity/home/

4.3 PRIORIDADES Y BARRERAS DE ADAPTACIÓN

4.3.1 Prioridades nacionales y los progresos realizados para atenderlas

La LMCC, en su Artículo 5 mandata los contenidos mínimos de la ECLP, en particular, el descrito en la letra e) que corresponde a los "lineamientos para las acciones transversales de adaptación que se implementarán en el país, estableciendo objetivos, metas e indicadores de vulnerabilidad y adaptación a nivel nacional, que contendrá obras y acciones mínimas para la adaptación al cambio climático de manera de **proteger a la población, sus derechos fundamentales y a los ecosistemas a mediano y largo plazo**, [...] que permitan hacer seguimiento de los avances en la materia y establecer prioridades que orienten las medidas sectoriales y regionales. Dichos lineamientos deberán **resguardar el uso del agua para consumo humano de subsistencia y saneamiento y para la conservación de la biodiversidad.** Estas directrices corresponderán al Plan Nacional de Adaptación".

Sectores priorizados para adaptación

La LMCC prioriza aquellos sectores con mayor vulnerabilidad para aumentar su resiliencia climática de conformidad con los objetivos y las metas de adaptación definidas en la ECLP. A la fecha de este reporte se están elaborando/actualizando los 12 planes sectoriales de adaptación establecidos en la LMCC: Biodiversidad, incluyendo ecosistemas terrestres y marinos; Recursos hídricos; Infraestructura; Salud; Minería; Energía; Silvoagropecuario; Pesca y acuicultura; Ciudades; Turismo; Zona costera; y Transportes.

Recursos hídricos

Los recursos hídricos y su resiliencia ante el cambio climático son una prioridad para Chile. Además del plan sectorial y el resguardo del uso del agua establecido en el artículo 5, indicado anteriormente, la LMCC mandata la elaboración de Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas que tienen por objeto, entre otros, contribuir con la gestión hídrica, identificar las brechas hídricas, establecer el balance hídrico y sus proyecciones, y proponer acciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático sobre el recurso hídrico, con el fin de resguardar la seguridad hídrica, relevando esta como una prioridad nacional.

En el caso del plan sectorial de adaptación de recursos hídricos, la LMCC remarca que el objetivo principal será establecer instrumentos e incentivos para promover la resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático sobre los recursos hídricos, tales como la sequía, inundación y pérdida de calidad de las aguas, velando por la prioridad del consumo humano, de subsistencia y saneamiento, la preservación ecosistémica, la disponibilidad de las aguas y la sustentabilidad acuífera.

Por su parte, la NDC establece compromisos en torno a los recursos hídricos, indicando que se aumentará la información y mecanismos de gestión del país respecto de los impactos del cambio climático en recursos hídricos, para aumentar su resiliencia en su contribución N°7, abordando temas de seguridad hídrica, consumo de agua, Planes Estratégicos de Gestión del Recurso Hídrico (PEGH), Sistemas Sanitarios Rurales y sector sanitario, infraestructura de agua y perdida de agua. (Gobierno de Chile, 2020a).

Prioridades establecidas en la NDC 2020

La NDC de Chile (Gobierno de Chile, 2020a) tiene 8 compromisos de adaptación, incluyendo el relativo a recursos hídricos que se señala en el párrafo anterior. Otras prioridades que se extraen de la contribución son la actualización de los **estudios y análisis de vulnerabilidad y riesgo**s del país; el fortalecimiento del sistema de **evaluación y monitoreo**, mediante la construcción de **indicadores de progreso e impacto**; el fortalecimiento de la **capacidad de adaptación** a los riesgos relacionados con el clima, y la capacidad de gestión ante los efectos adversos que causan los **desastres** en el país, incluyendo compromisos en **costos de la inacción** y las **pérdidas y los daños**; la **movilidad humana climática, olas de calor** y de la Política Nacional y Planes Regionales de **Reducción de Riesgos de Desastre**s; y el fortalecimiento de la inclusión de **actores no gubernamentales** en la planificación e implementación de instrumentos de adaptación.

La NDC 2020 también incluye compromisos que integran adaptación y mitigación, en relación a la **economía circular**; la **forestación de los bosques**; los **humedales y turberas**; la **restauración a escala de paisaje**s; las **áreas marinas protegidas y sus ecosistemas** asociados.

Prioridades establecidas en la ECLP 2021

La ECLP, en relación a los sectores priorizados para adaptación, posee 46 objetivos de largo plazo que reflejan necesidades de respuesta similares con especificidades que pueden resumirse en los siguientes puntos (Gobierno de Chile, 2021a):

- Fortalecer la **gobernanza sectorial** a diferentes escalas del territorio, instalando capacidades en las instituciones públicas y en la diversidad de partes interesadas de cada sector, y profundizando la participación ciudadana en el desarrollo de las políticas de cambio climático sectoriales.
- Profundizar y ampliar el **conocimiento científico, el desarrollo tecnológico** en los distintos sectores, así como en la interacciones y sinergias entre ellos, para respaldar la toma de decisiones.
- **Reducir el riesgo frente a los impactos** del cambio climático, a través de un enfoque integrado en las políticas e instrumentos, que **reduzcan la vulnerabilidad, la exposición y aumente la capacidad de adaptación**, monitoreando la evolución del riesgo en función de las amenazas climáticas cambiantes.

- **Integrar del cambio climático en los instrumentos de política sectorial** a escala del territorio, reconociendo la diversidad de impactos y de realidades locales.
- Implementar acciones privilegiando las **soluciones basadas en la naturaleza.**
- **Proteger, restaurar, evitar y reducir la degradación de los ecosistemas** mediante la promoción del uso, producción y consumo sustentable de los recursos naturales.
- Fomentar **competencias productivas sustentables** en el sector pesquero y acuícola, agrícola, pecuario y forestal, considerando la adaptación al cambio climático de manera de contribuir a la seguridad alimentaria y a la sustentabilidad de los recursos naturales.
- Promover la **seguridad hídrica para consumo humano y saneamiento, y provisión de agua para los ecosistemas y las actividades productivas,** contribuyendo al uso eficiente de los recursos hídricos en los territorios. Este lineamiento es transversal y se observará en el cumplimiento de los demás objetivos, metas, lineamientos y directrices de la presente Estrategia.

La ECLP también reconoce la diversidad de impactos climáticos en distintas regiones, lo que requiere soluciones adaptadas a cada territorio. Esta visión fomenta una **integración subnacional y regional**, fortalecida por la implementación de instrumentos estratégicos como los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) y los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC), que permitirán a los actores locales contribuir con compromisos relevantes para sus comunidades, adecuándose a sus realidades y necesidades particulares (Gobierno de Chile, 2021).

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)

El PNACC proporciona lineamientos que establecen prioridades que orientan las medidas sectoriales y regionales. Estos lineamientos fueron elaborados en conjunto con participación ciudadana que incluyó espacios de intercambio con pueblos indígenas.

Se destacan las **vulnerabilidades diferenciadas**, dado que el cambio climático afectará especialmente a los grupos más vulnerables, se establece que el diseño de los instrumentos de gestión del cambio climático y medidas de adaptación deberán considerar estos grupos. Este lineamiento enfatiza la integración de un **enfoque de género interseccional** en las políticas de cambio climático para reducir las desigualdades estructurales y mejorar la resiliencia de grupos vulnerables. Propone un análisis diferenciado que considere factores como género, etnia, edad, discapacidad y situación socioeconómica. Además, promueve la participación inclusiva, y el diseño de medidas de adaptación con indicadores de género, resaltando las capacidades de adaptación y conocimientos de estos grupos para una respuesta climática justa y eficaz.

Otro lineamiento priorizado es respecto de las **soluciones basadas en la naturaleza**, para ser integradas en medidas de adaptación, con el fin de aumentar la resiliencia de los sistemas humanos y ecosistemas, y al mismo tiempo avanzar en la seguridad hídrica del país.

También se destacan lineamientos en relación a la **integración de adaptación al cambio climático (ACC) y la gestión del riesgo de desastre (GRD)**, áreas que son complementarias, y cuya sinergia puede mejorar la resiliencia ante eventos climáticos adversos, facilitando una gestión integral de riesgos y las sinergias entre los instrumentos de gestión de riesgo de desastres y de cambio climático

El PNACC también releva prioridades nacionales, al establecer medidas para abordarlas, entre las que destacan:

1. Los **Sistemas de Alerta Meteorológica Temprana y la observación del clima,** cuyo fortalecimiento es crítico para la preparación ante amenazas meteorológicas, climáticas e hidrometeorológicas, evitar y minimizar los desastres relacionados al clima y sus pérdidas y daños. En particular, la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) requiere de implementar importantes mejoras para la optimización del sistema meteorológico, incluyendo inversiones en equipos e infraestructura y su mantenimiento y gestión en el tiempo.
2. **Inventario de impactos del cambio climático y adaptación,** incluyendo **pérdidas y daños,** que releva la necesidad de determinar los impactos pasados y riesgos futuros del cambio climático, los costos de la inacción y el impacto de las medidas de adaptación que podrían implementarse para evitar o minimizar dichos impactos y costos.
3. **Atlas de Riesgo Climático:** que requiere de mejoras continuas, como fue indicado anteriormente, para proveer información abierta, transparente y accesible a toda la ciudadanía, respecto de los riesgos que presenta el cambio climático.
4. La integración de la **adaptación y resiliencia al cambio climático en políticas públicas e instrumentos de gestión del Estado**, en particular a nivel sectorial y territorial.
5. La participación del **sector privado** en la adaptación al cambio climático y las alianzas público-privadas.
6. La **generación de capacidades, las tecnologías y el financiamiento** para adaptación, medios de implementación que son vitales para alcanzar la resiliencia.

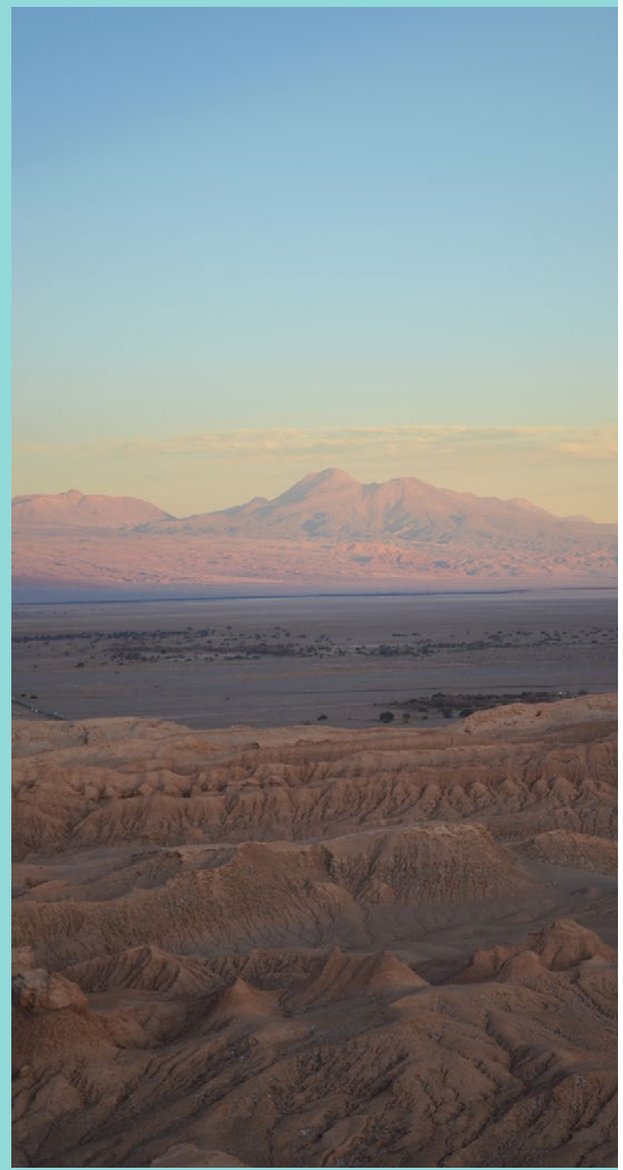


Foto: Micaela Jara Forray

Priorización de medidas de adaptación en planes

La Guía para la elaboración de los Planes Sectoriales de Adaptación del PNACC subraya que del portafolio de medidas de adaptación generado por cada plan sectorial, es esencial realizar una priorización, indicando criterios: **la contribución a la adaptación, la aceptación social, la costo-efectividad y la urgencia climática, entre otros.** Para llevar a cabo el análisis, la complejidad inherente a la adaptación y la limitación de recursos presentan desafíos que pueden ser abordados mediante una evaluación correcta de la vulnerabilidad, una selección rigurosa de las medidas más adecuadas, la evaluación cualitativa a través del análisis multicriterio, y la evaluación económica a través del análisis costo-beneficio o costo-efectividad de las medidas (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2024b).

Los criterios de priorización debieran ser acordados de manera colectiva entre los diversos actores interesados y relevantes del sector, facilitando así un proceso participativo que enriquezca la toma de decisiones y fomente un enfoque inclusivo en la planificación de medidas de adaptación.

La ECLP declara que la gestión del cambio climático en Chile priorizará medidas de mitigación y adaptación que maximicen la **eficacia al menor costo económico, ambiental y social posible, considerando también los costos indirectos de no actuar,** especialmente en términos de adaptación. Se busca dimensionar los beneficios de invertir en adaptación para fortalecer la resiliencia de los territorios y valorar los cobeneficios percibidos a nivel local con la implementación de políticas climáticas globales.

Estrategia Financiera de Cambio Climático EFCC

El anteproyecto de la EFCC entrega una priorización en base a dos factores (Ministerio de Hacienda, 2024):

Madurez: Madurez tecnológica, Información disponible y Práctica común.

Atractivo: por el lado de la adaptación contempla Costo de Inacción, Equidad y justicia climática y Enfoque ecosistémico.

Tabla 6. Criterios de evaluación de la dimensión madurez y atractivo de la EFCC.

Dimensiones	Criterio	Principio de la LMCC (art. 2°)	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Atractivo	Costo de inacción	Costo-efectividad	No contribuye a sectores con costos de inacción cuantificados en estudio CEPAL (2023)	Contribuye de forma relevante a la adaptación de aquellos sectores con costos de inacción cuantificados, pero no los principales según estudio CEPAL (2023): Agrícola, Turismo, Energía, Pesca y acuicultura, puertos y playas	Contribuye de forma relevante a la adaptación de aquellos sectores con mayores costos de inacción según estudio CEPAL (2023): Minería, Biodiversidad, Salud, Agua Potable
	Equidad y justicia climática	Equidad y justicia climática	Puede contribuir negativamente a la distribución justa de cargas	Medida neutra en su contribución a la equidad	Contribuye en una distribución justa de cargas, con enfoque de género y énfasis territorial
	Enfoque ecosistémico	Enfoque ecosistémico	Puede perjudicar la conservación de la estructura y función del sistema ecológico	Medida neutra en su enfoque ecosistémico	Contribuye a la conservación de la estructura y función del sistema ecológico
Madurez	Madurez tecnológica	Científico	Medida depende de tecnología que aún se encuentra en fases iniciales de desarrollo implementación	Medida depende de tecnología que ha avanzado más allá de prototipos, y disponible está para una implementación más amplia	Medida no depende de tecnología que no esté ampliamente disponible
	Información disponible	Científico	La información sobre su eficiencia y costos es escasa. Sólo se cuenta con información bibliográfica y Estimaciones gruesas, Niveles de confianza 1-2	La información sobre eficiencia y costos es suficiente para tomar decisiones, aun así, existen relevantes brechas. Nivel de confianza 3	La información sobre eficiencia y costos está ampliamente disponible. Si bien pueden existir incertidumbres y algunas brechas, existen múltiples fuentes de información que son coherentes y consistentes entre sí. Nivel de confianza 4-5
	Práctica común	Científico	Las medidas sólo existen a nivel de prototipo	Las Tecnologías están disponibles en el mercado, pero no son el estándar de su sector	Las tecnologías son el estándar del sector

Fuente: Anteproyecto de la Estrategia financiera para el cambio climático (Ministerio de Hacienda, 2024).

El factor de **madurez** se refiere a la certeza sobre la efectividad y costos de las metas, mientras que el factor **atractivo** corresponde al grado de contribución a la mitigación o adaptación al cambio climático (Ministerio de Hacienda, 2024).

Esta priorización se detalla en la Figura 20 a continuación.

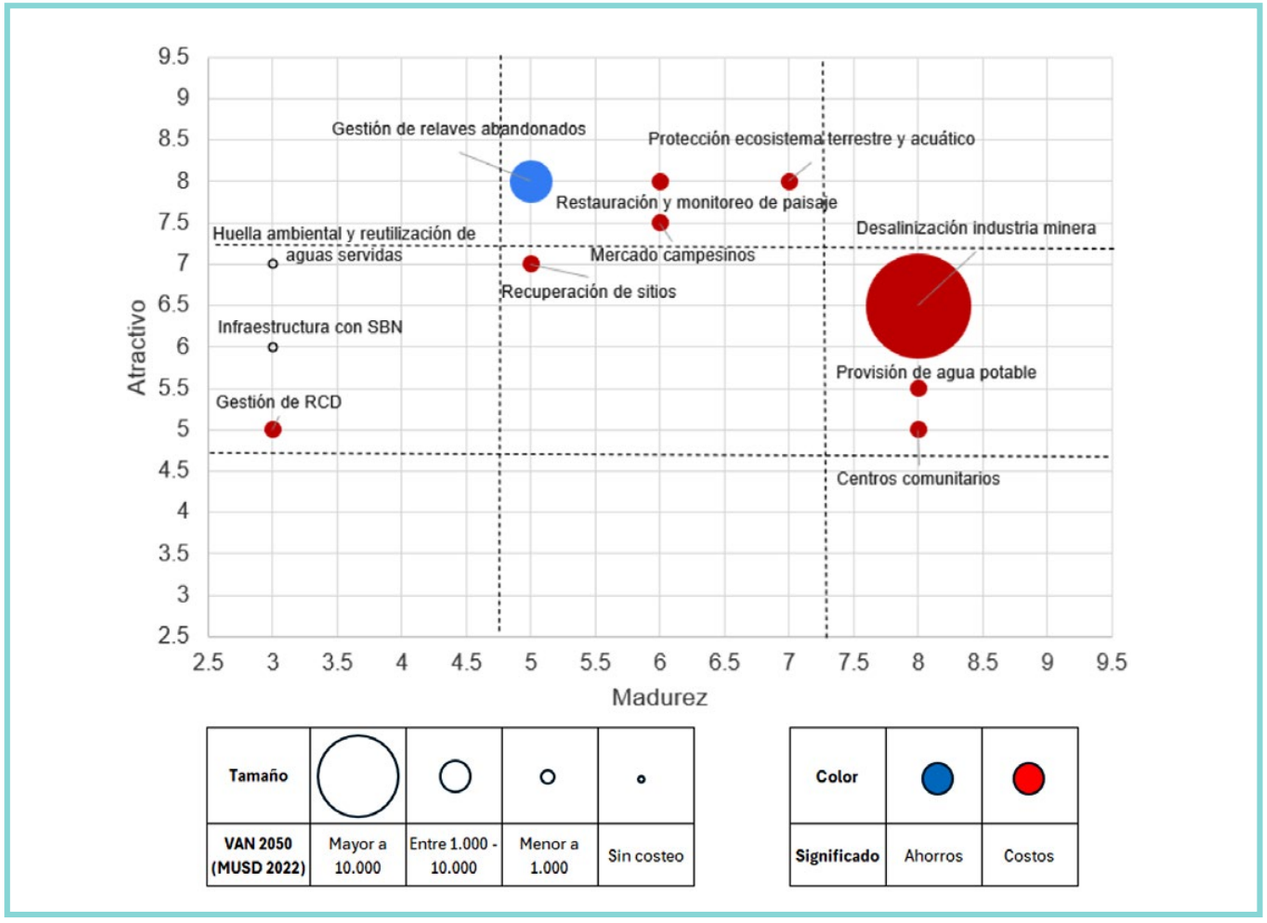


Figura 20. Priorización de paquetes según componente de adaptación.
Fuente: Anteproyecto de la Estrategia financiera para el cambio climático (Ministerio de Hacienda, 2024).

Dentro de esta figura, el cuadrante superior derecho representa los paquetes prioritarios (alta prioridad) que cuentan con madurez y atractivo para implementarse en el corto plazo, mientras que el cuadrante inferior izquierdo representa los proyectos de "baja prioridad" debido a que aún no reúnen las condiciones en su desarrollo para ser implementados (Ministerio de Hacienda, 2024).

En el análisis de los paquetes de adaptación, no se identifican iniciativas de "alta prioridad", evidenciando que el nivel de madurez de estas medidas es una barrera significativa para canalizar financiamiento (Ministerio de Hacienda, 2024). Cabe destacar que los paquetes de acciones no costeados (Infraestructura con SBN y Huella ambiental y reutilización de aguas servidas) quedan con una ponderación baja en términos de madurez, ya que no se puede saber con certeza su costo eficiencia porque no se tiene la información necesaria para determinar el costo de la implementación. En el caso de "Huella ambiental y aumento de reutilización de aguas servidas", la EFCC declara que a pesar de su relevancia por estar vinculados a sectores donde la inacción es costosa, su desarrollo tecnológico es limitado y hay poca información sobre costos, lo que dificulta la alineación de financiamiento, dado que se encuentran en etapas iniciales de desarrollo (Ministerio de Hacienda, 2024).

En contraste, el paquete de "Desalinización industria minería" muestra una alta madurez tecnológica, lo que lo posiciona favorablemente para implementación. Sin embargo, aún se pueden aprovechar economías de escala para reducir brechas de financiamiento. Además, existe margen para mejorar los procesos regulatorios, agilizando la aprobación y construcción de estos proyectos para acortar los tiempos de desarrollo (Ministerio de Hacienda, 2024).

En la Tabla 7 se presentan los paquetes de medidas de adaptación presentados en la EFCC con prioridad intermedia:

Tabla 7. Paquetes que están clasificados en términos de "prioridad intermedia" en la EFCC.

Nº	Paquete	Ámbito de acción	Madurez - Atractivo	Gasto e inversión Pública
1	Mercados campesinos	Agro	Medio - Alto	⦸
2	Desalinización industria minera	Aguas Minería	Alto - Medio	⦸
3	Centros comunitarios	Ciudades	Alto - Medio	⦸
4	Protección ecosistema terrestre y acuático	FOLU	Medio - Alto	√
5	Restauración y monitoreo de paisaje	FOLU	Medio - Alto	⦸
6	Gestión de relaves abandonados	Relaves	Medio - Alto	⦸
7	Recuperación de sitios	Residuos	Medio - Medio	⦸
8	Provisión de agua potable	Sector Sanitario	Alto - Medio	⦸

Fuente: anteproyecto de la Estrategia financiera para el cambio climático (Ministerio de Hacienda, 2024).

Leyenda: √ = se identifican iniciativas o programas asociado al ámbito de acción.
⦸ = No se identifican iniciativas o programas asociado al ámbito de acción.

En el ámbito de la adaptación al cambio climático, solo se ha identificado un proyecto prioritario: **Protección de ecosistemas terrestres y acuáticos,** que corresponde al programa de **Área Marina Protegida y Humedale**s del (Banco Integrado de Programas Sociales y No Sociales (BIPS)[16] (Ministerio de Hacienda, 2024). Paradójicamente, aunque una gran parte del gasto e inversión pública se destina a la adaptación al cambio climático, no se reflejan más proyectos prioritarios, lo que puede deberse a la ausencia de metas que involucren una mayor participación privada o la necesidad de enfocar el gasto público hacia las metas establecidas en la ECLP (Ministerio de Hacienda, 2024).

Elementos Identificados para Abordar la Situación (Ministerio de Hacienda, 2024):

1. **Análisis del Gasto e Inversión Pública:** La EFCC declara que es fundamental realizar un análisis detallado del gasto e inversión pública por parte de los organismos sectoriales relacionados con los paquetes de metas de la ECLP.

2. **Medición del Gasto e Inversión Privado:** Es necesario medir el nivel de gasto e inversión del sector privado en áreas vinculadas a las metas climáticas.

3. **Promoción de Inversiones:** Se deben incentivar inversiones en proyectos que estén alineados con los objetivos climáticos.

4. **Consideraciones en la Priorización:** Las decisiones de priorización deben tener en cuenta no solo el propósito final de las actividades, sino también su capacidad para servir como respaldo en el corto plazo, especialmente mientras se desarrollan y adoptan tecnologías más limpias.

Estos elementos resaltan la importancia de una coordinación efectiva y un enfoque integral para abordar las necesidades de adaptación climática, maximizando la efectividad de la inversión y promoviendo una transición sostenible hacia tecnologías más limpias (Ministerio de Hacienda, 2024).

4.3.2 Brechas, barreras y necesidades en adaptación

Ante los crecientes riesgos del cambio climático, es crucial identificar los factores que limitan la acción climática en Chile. Estos se clasifican en tres categorías: (1) brechas y desafíos para avanzar en la adaptación; (2) obstáculos contextuales que afectan a los diversos actores; y (3) necesidades específicas de cada actor, que limitan su funcionamiento. Las dos primeras categorías tienen un impacto transversal sobre múltiples actores, mientras que la tercera se aborda según el tipo de actor involucrado. En este apartado, se reportarán las categorías de Brechas (1), como también las necesidades (3) (MMA, 2021).

La Tabla 8 presenta brechas, barreras y necesidades identificadas por el Ministerio del Medio Ambiente, algunas de ellas se incluyen en la Primera Comunicación de Adaptación (MMA, 2022), además de priorizaciones que complementan lo entregado en el punto anterior.

[16] El BIPS almacena los resultados del proceso de Monitoreo y Evaluación de los programas e iniciativas del Sector Público desarrollados por la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) y la Dirección de Presupuestos (DIPRES) del Ministerio de Hacienda.

Tabla 8. Brechas, barreras, necesidades y prioridades.

Dimensión	Entidad	Brecha	Barrera	Necesidad	Instrumento de CC	Priorización
Creación de Capacidades y Asistencia Técnica	**Ministerio del Medio Ambiente**	Falta de asistencia técnica y capacitación respecto de las pérdidas y daños asociadas a los impactos del cambio climático y los desastres	Fondos públicos limitados	Fortalecer la coordinación institucional. Recursos humanos limitados y con poco conocimiento específico del tema, en las instituciones relacionadas, lo que reduce la dedicación de tiempo posible al tema	LMCC, ECLP, NDC, PNACC, Planes sectoriales, Planes regionales y locales	Muy alta
	Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED)	Falta dotación de personal capacitado para fortalecer la Unidad de Adaptación al Cambio Climático	Fondos públicos limitados (presupuesto)	Fortalecer un equipo profesional de cambio climático dentro de SENAPRED a nivel nacional	LMCC, Ley SINAPRED; instrumentos de gestión del riesgo de desastres, ECLP, NDC, PNACC, Planes de Adaptación Sectoriales	Muy alta
		Los Planes de acción regional de cambio climático carecen en general de aspectos transversales de GRD y RRD	Fondos públicos limitados (presupuesto) Personal limitado	Fortalecer un equipo profesional de cambio climático dentro de SENAPRED a nivel nacional y regionales	ECLP	Alta
	Ministerio de Desarrollo Social y Familia	Capacidades específicas en metodologías de evaluación del cambio climático en el proceso de inversión pública	Fondos públicos limitados	Capacitar a funcionarios que aplicarán las metodologías para evaluación del cambio climático en el proceso de inversión pública	LMCC; PNACC; Planes sectoriales	Muy alta
	Ministerios sectoriales a cargo de planes de adaptación	Capacidades y conocimientos específicos respecto de la adaptación al cambio climático y los riesgos e impactos en sectores de la LMCC	Fondos públicos limitados. Recursos humanos con conocimiento específico limitados	Generación de capacidades y conocimientos en adaptación al cambio climático	LMCC, NDC, ECLP, Planes sectoriales de adaptación	Alta
	Comités Regionales de Cambio Climático y Municipios	Capacidades y conocimientos específicos respecto de la adaptación al cambio climático y los riesgos e impactos del cambio climático en sus respectivos territorios, para la implementación efectiva de medidas de adaptación al cambio climático	Fondos públicos limitados. Recursos humanos con conocimiento específico limitados	Generación de capacidades y conocimientos en adaptación al cambio climático para la implementación de medidas de adaptación	LMCC, NDC, ECLP, Planes de acción regional y comunal de cambio climático	Alta

Continuación tabla 8

Dimensión	Entidad	Brecha	Barrera	Necesidad	Instrumento de CC	Priorización
Financiamiento de políticas, programas y proyectos	**Ministerio del Medio Ambiente**	Falta una identificación mejorada, permanente y actualizada de impactos y riesgos futuros del cambio climático Generación de información y evaluación de pérdidas y daños asociadas al cambio	Limitaciones en la información disponible y dificultad en la atribución de impactos al cambio climático	Mejorar y actualizar permanentemente la Plataforma de Riesgos Climáticos ARClim Construir un Inventario de impactos y adaptación	LMCC, ECLP, NDC, PNACC, Planes sectoriales, Planes regionales y comunales, Planes de gestión del riesgo de desastres	Muy Alta
		Falta de profesionales y mecanismos de MRV para el financiamiento climático, ausencia de una estrategia financiera fortalecida	Ausencia de presupuesto nacional y acceso limitado a financiamiento internacional	Fortalecimiento del equipo de finanzas climáticas, capacidades en formulación de proyectos y diseño de instrumentos financieros.	LMCC, ECLP, NDC	Alta
	Dirección General de Aeronáutica Civil – Dirección Meteorológica de Chile	Preparación ante amenazas meteorológicas, climáticas e hidrometeorológicas, necesidad de mejora en la observación para el SAT, brechas de conocimiento en el diagnóstico de línea base científica, en particular en áreas con menos información meteorológica, tales como la Antártica; zonas insulares, zonas rurales, montañosas, entre otras	Fondos público limitados	Fortalecer el SAT Meteorológica, aumentar la preparación ante amenazas meteorológicas, densificar la red de estaciones automáticas; implementar un sistema detector de tormentas; implementar una red de radares meteorológicos, para mejorar el pronóstico a corto plazo, el seguimiento al instante de eventos meteorológicos severos y potencialmente dañinos, detección de posibles zonas de formación de tornados; la creación de una base de datos de alta resolución espacial y temporal para la investigación del tiempo y del clima.	ECLP, NDC, PNACC, Planes sectoriales, Planes regionales y comunales, Planes de gestión de riesgo de desastres	Muy Alta
	Ministerios sectoriales a cargo de planes sectoriales de adaptación al cambio climático	Financiamiento para la implementación de medidas de adaptación	Recursos fiscales limitados	Requiere financiamiento para la implementación de las medidas de adaptación de los planes sectoriales	LMCC, Planes sectoriales	Alta
	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Necesidad de fortalecimiento para adaptación de recursos vegetacionales y monitoreo de sequías	Fondos públicos limitados	Desarrollo de programas de adaptación, monitoreo, conservación y mejora genética de recursos vegetacionales	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales	Alta

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

En el proceso de adaptación al cambio climático, como lo mandata la LMCC, los gobiernos regionales y municipios juegan un rol fundamental en la implementación de la adaptación en los territorios. Sin embargo, estos actores enfrentan diversas necesidades para implementar medidas efectivas de adaptación (BCN, 2022).

Como se mencionó anteriormente, el proceso participativo que se realizó para la construcción de este reporte involucró a los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) de las 16 regiones del país, los cuales fueron consultados por las barreras y necesidades que ellos logran identificar en cada una de sus regiones. A continuación, en la Figura 21, se describen las necesidades prioritarias.

Las principales necesidades identificadas se concentran en dos áreas interrelacionadas: el ordenamiento territorial y la infraestructura resiliente. Estas son fundamentales para guiar el desarrollo y garantizar que las obras y construcciones futuras puedan adaptarse a los impactos del cambio climático, minimizando riesgos y maximizando la sostenibilidad de las comunidades. Asimismo, destacan otras dos necesidades estrechamente vinculadas: el fortalecimiento de capacidades técnicas y el capital humano, que permitan una dotación adecuada de personal y los recursos humanos y profesionales necesarios para implementar las políticas y acciones de adaptación de manera eficiente y oportuna en el territorio.

Foto: Bryan Contreras

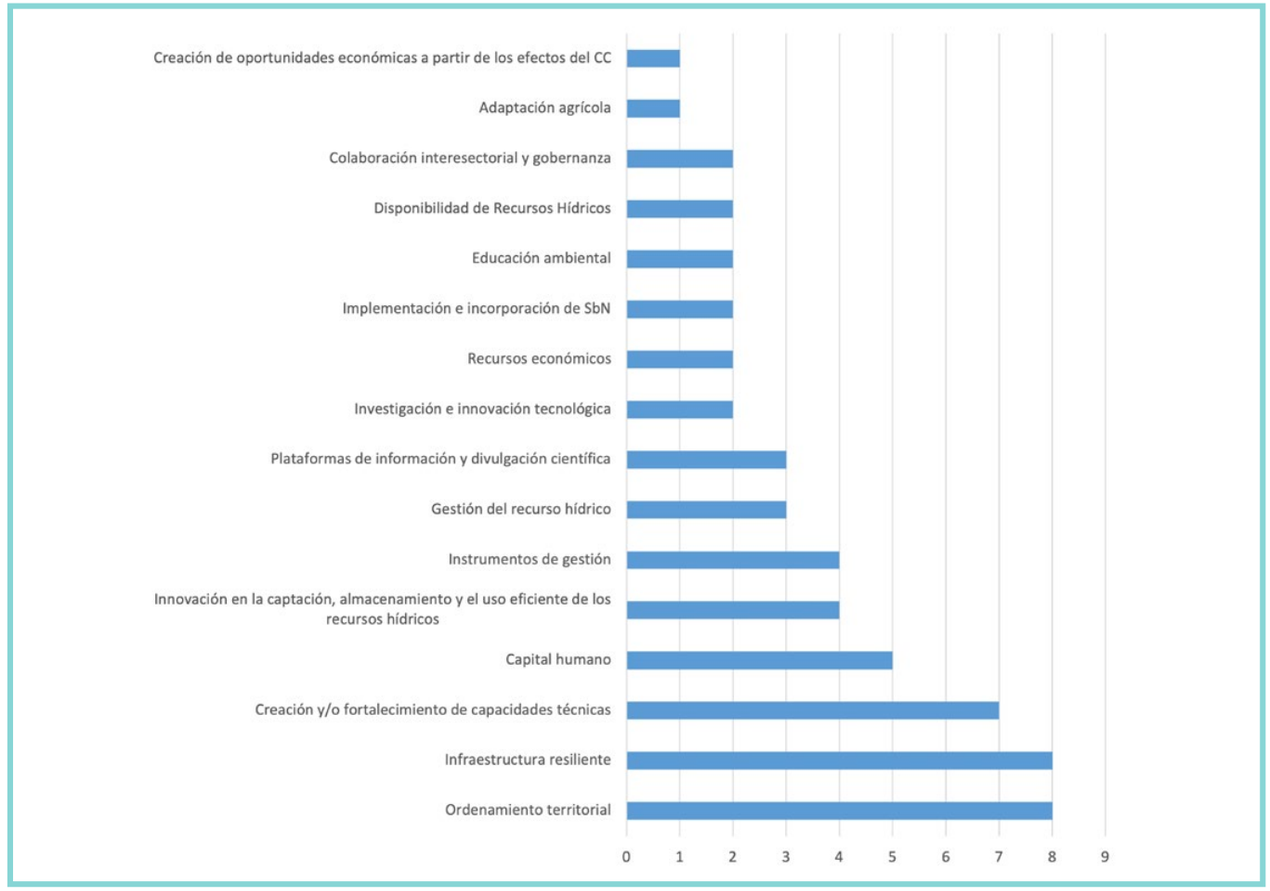


Figura 21. Frecuencia de necesidades reportadas por los CORECC.

Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos (2024).

En el caso de los municipios, que también fueron partícipes de los talleres participativos realizados para la construcción de este reporte, se obtienen los siguientes resultados en torno a las necesidades identificadas:

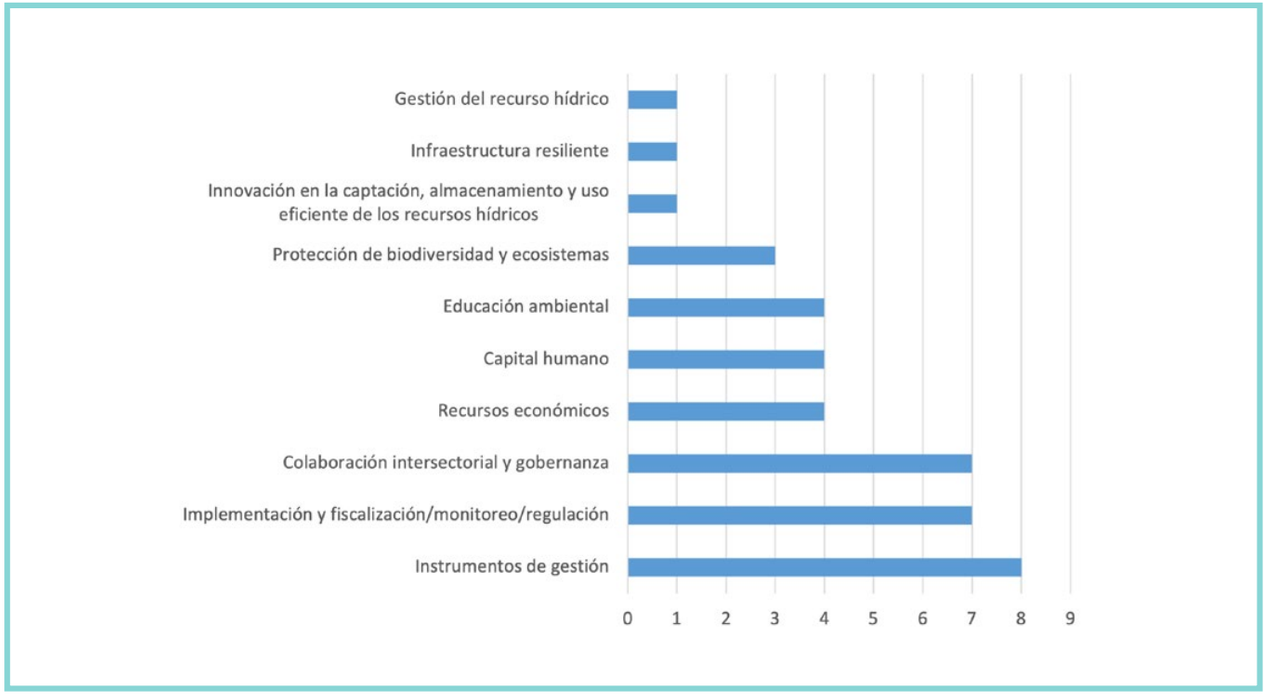


Figura 22. Frecuencia de necesidades reportadas por los municipios.
Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos (2024).

Los municipios reportan como una necesidad los instrumentos de gestión, por ejemplo, los "Proyectos municipales que aborden la temática ambiental dirigido a comunidades rurales", la "elaboración de instrumentos de medición de la resiliencia y la educación" y "planes de gestión que permitan mejorar la implementación efectiva de la Ley de Humedales Urbanos". Otra necesidad reportada es la implementación, fiscalización, monitoreo, regulación y colaboración intersectorial de los instrumentos de gestión, reflejando así que los municipios enfrentan mayores desafíos operativos y de coordinación; ejemplos de lo anterior son la necesidad de "fiscalización de leyes y ordenanzas municipales", "monitoreo a largo plazo para entender cómo los cambios en los regímenes de temperatura y precipitación influencian diversos procesos como la resiliencia a nivel comunal".

A su vez, la colaboración intersectorial y la gobernanza son identificadas por los municipios como una necesidad para asegurar la coordinación en las decisiones y acciones entre actores locales y regionales, de tal manera de optimizar los recursos y evitar duplicidades o contradicciones en las intervenciones, ejemplos de esto es la necesidad de "fortalecer el vínculo academia-municipios".

4.3.2.1 Facilitadores y obstaculizadores identificados en talleres participativos

A través de los talleres participativos se levantaron facilitadores y obstaculizadores que están influyendo en el desempeño de las instituciones, para abordar la adaptación al cambio climático. Estos factores fueron clasificados en función de su relación con la gobernanza, capacidades técnicas, temas financieros u otros recursos no financieros, tanto dentro de la institución, entre las instituciones y con otros actores respectivamente. Los resultados se muestran en las figuras a continuación.

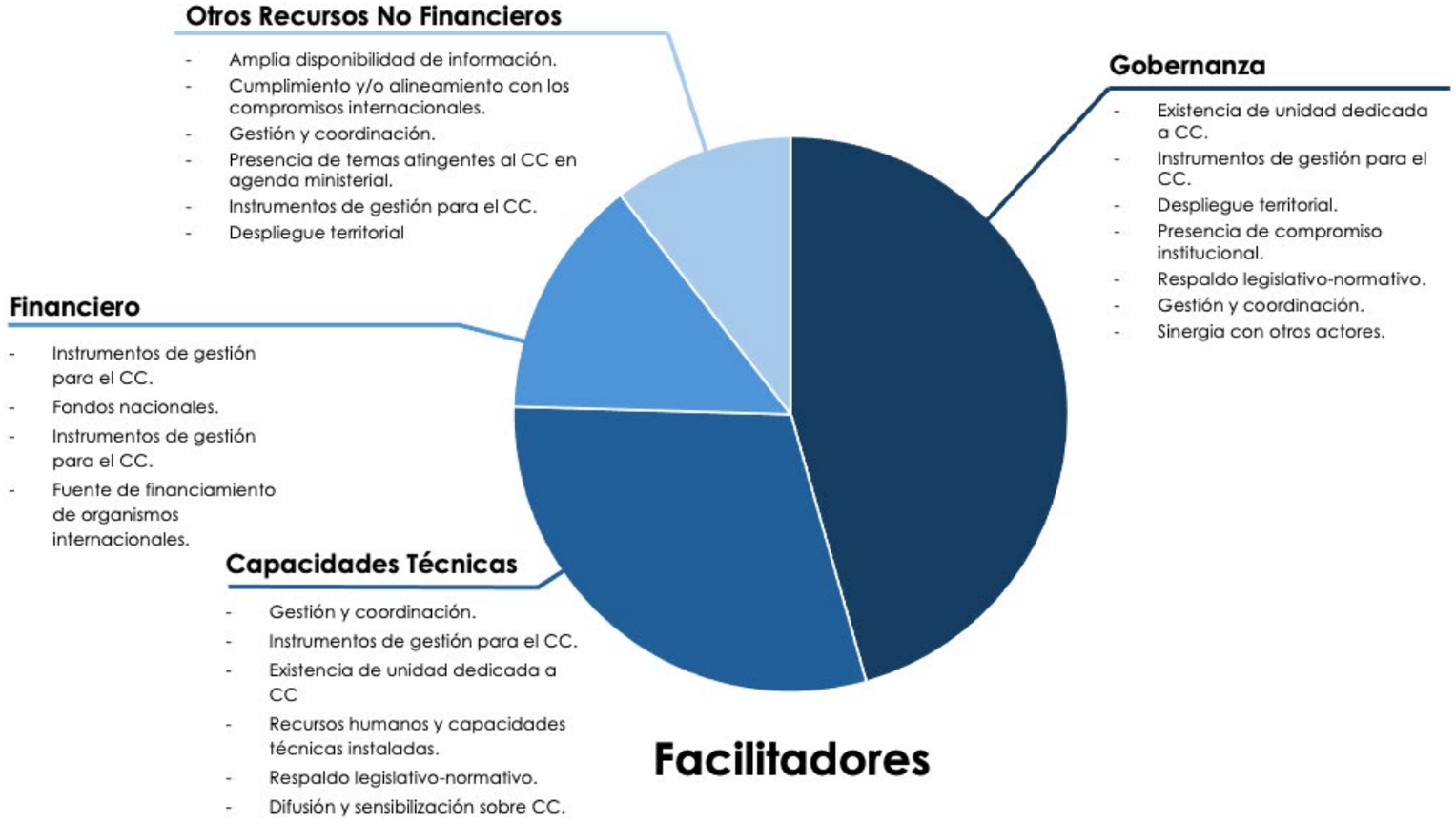


Figura 23. Facilitadores que están influyendo en el desempeño de los distintos actores para abordar la adaptación al cambio climático.

Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos realizados para la construcción de este reporte (2024).

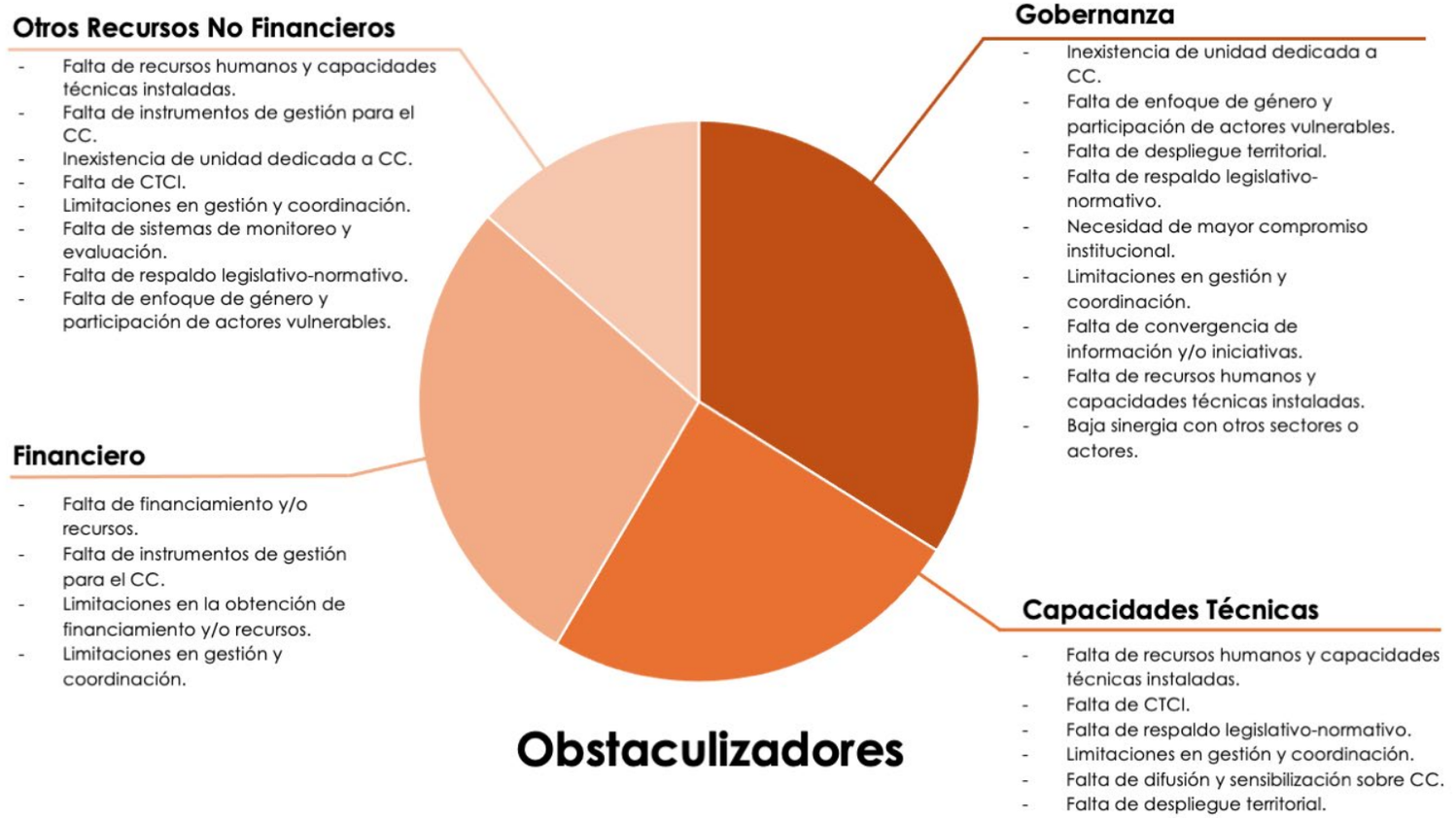


Figura 24. Obstaculizadores que están influyendo en el desempeño de los distintos actores para abordar la adaptación al cambio climático.

Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos realizados para la construcción de este reporte (2024).

Los factores facilitadores que destacan son los relacionados a gobernanza y capacidades técnicas, aunque también existen desafíos significativos en estos mismos aspectos, reflejando dificultades en la coordinación y recursos limitados. En el ámbito de la colaboración entre instituciones, la gobernanza sigue siendo un facilitador importante, aunque las limitaciones en financiamiento y capacidades técnicas representan barreras considerables. En cuanto a otros actores, los facilitadores surgen principalmente en términos de capacidades técnicas y apoyo financiero, mientras que la falta de recursos no financieros y la baja sinergia entre sectores impiden una implementación más eficaz. En general, la falta de una estructura de gestión consolidada, la necesidad de un compromiso institucional más fuerte y las restricciones financieras resaltan como obstáculos principales en todos los niveles.

En el ámbito de gobernanza, algunos organismos destacan la existencia de instrumentos de gestión y unidades especializadas que facilitan la planificación y ejecución de medidas adaptativas, aunque persisten áreas sin una asignación específica para el cambio climático. La presencia territorial es valorada en ciertos casos, aunque también se señalan importantes brechas regionales que dificultan la implementación homogénea de políticas para abordar la adaptación. El compromiso institucional y el respaldo normativo son considerados elementos que favorecen el proceso de adaptación, sin embargo, se identifican desafíos asociados a la falta de coordinación, duplicidad de esfuerzos y un alineamiento insuficiente de objetivos entre los distintos actores. Asimismo, se menciona la necesidad de mejorar la inclusión de género y la participación de grupos vulnerables, y se subraya la falta de integración de información entre las diversas instituciones.

En cuanto a las capacidades técnicas, el respaldo legislativo de la LMCC y sus instrumentos de gestión son aspectos destacados que facilitan la implementación de la adaptación. No obstante, la falta de personal especializado y la insuficiencia de recursos en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación representan desafíos significativos para implementar acciones efectivas.

En términos de otros elementos, se destaca la importancia de incluir el cambio climático en las agendas institucionales. Un ejemplo de esto es la inclusión de criterios de adaptación, amenazas y riesgos climáticos en la planificación urbana y en los planes de movilidad y conectividad.

Factores como la creación del ETICC y el desarrollo de programas específicos, como el Programa Desarrollo Productivo Sostenible (DPS) de CORFO, han facilitado la gobernanza para la adaptación. La existencia de unidades especializadas en cambio climático, respaldadas por la Ley Marco de Cambio Climático, refuerza la estructura al exigir la elaboración de planes sectoriales de adaptación. Sin embargo, se identifican limitaciones en el respaldo legislativo y normativo, como las restricciones en las atribuciones de algunos ministerios y la falta de coordinación intersectorial. Además, la complejidad del marco legal y la sobrecarga de tareas en el mismo ETICC u otros departamentos de los distintos ministerios relacionados al cambio climático representan obstáculos adicionales para la efectividad de implementación de acciones.

En cuanto a las capacidades técnicas, el ETICC facilita la cooperación y apoyo entre distintas instituciones, aunque existen desafíos en la transferencia de conocimiento, la estandarización en reportabilidad y la disponibilidad de equipos especializados.

Respecto a los recursos financieros, mientras algunos organismos cuentan con financiamiento para acciones de adaptación, y lo consideran un aspecto facilitador, otros enfrentan escasez de recursos y dificultades para acceder a fondos adicionales. Esto limita la posibilidad de llevar a cabo medidas adaptativas de forma sostenible y amplia en algunos organismos estatales.

Por otro lado, solo algunos programas específicos facilitan la gestión de recursos, mientras que otras áreas enfrentan retrasos en acuerdos de financiamiento, competencia presupuestaria y un limitado conocimiento de las fuentes de financiamiento climático disponibles, tanto nacional como internacional. Estas limitaciones financieras reducen el alcance y la efectividad de las iniciativas de adaptación.

En relación con otros recursos no financieros, la disponibilidad de información es un facilitador, aunque persisten problemas de duplicidad de esfuerzos y una falta de sistemas adecuados de monitoreo y evaluación.

En términos de gobernanza con otros actores, se identificó como facilitador la colaboración público-privada y la implementación de programas orientados al cambio climático. Sin embargo, se observó una falta de vinculación con la sociedad civil y una necesidad de mayor respaldo legislativo para una coordinación efectiva con el sector privado, lo cual limita la efectividad de estas iniciativas, aunque la LMCC ya se encarga parcialmente de este obstáculo, ya que mandata la participación ciudadana en todos los aspectos de la creación de instrumentos de gestión del cambio climático, remarcando que esta es una de las prioridades de la ECLP.

En cuanto a las capacidades técnicas con otros actores, se remarca como un facilitador la difusión de información científica y el avance en la educación superior relacionada con el cambio climático, elementos que fortalecen las capacidades técnicas en esta área. No obstante, se señaló la necesidad de una capacitación más profunda para el uso adecuado de información en materia de CTCI, además de dificultades en la coordinación con el sector privado, lo cual constituye un obstáculo para el fortalecimiento técnico de las instituciones involucradas en términos de adaptación.

Desde la perspectiva financiera y su relación entre el Estado y otros actores, se reconoció la existencia de fondos nacionales e internacionales que apoyan la implementación de medidas de adaptación. Aun así, se subrayó la falta de conocimiento extendido sobre estas fuentes de financiamiento y la insuficiencia de recursos financieros para abarcar todas las iniciativas requeridas. Esto representa una limitación significativa para la implementación de proyectos de adaptación al cambio climático a largo plazo.

Respecto a otros recursos no financieros en relación con otros actores no gubernamentales, el compromiso internacional y la alineación de políticas nacionales con objetivos globales son percibidos como facilitadores. Sin embargo, se identificó la necesidad de desarrollar indicadores de seguimiento claros y aumentar el personal dedicado a cambio climático, con el objetivo de evitar la sobrecarga en las unidades existentes y mejorar la implementación de políticas, principalmente debido a que las exigencias de los compromisos internacionales relacionados con cambio climático van en aumento.

El proceso participativo incluyó municipios, academia, sociedad civil y ONG en el análisis de facilitadores y obstaculizadores. En este contexto, se detectaron percepciones distintas respecto a los factores facilitadores y obstaculizadores. Mientras que municipios y academia ven los aspectos institucionales y legales como facilitadores, la sociedad civil y ONG los consideran en su mayoría como obstáculos. Estos actores señalan que, aunque ciertos sistemas de gobernanza funcionan bien, especialmente en proyectos no vinculados al sector privado, existe una desconexión entre las políticas nacionales y su implementación a nivel local y las opiniones ciudadanas no siempre son consideradas.

En cuanto a la participación ciudadana y cooperación interinstitucional, los municipios y la academia perciben estas áreas como facilitadoras, destacando un fortalecimiento de las relaciones entre instituciones y sociedad. No obstante, la sociedad civil indicó que el flujo de información no es efectivo, lo cual genera desinformación y baja participación, subrayando la necesidad de enfoques de adaptación bottom-up que incluyan de manera más activa a la comunidad.

En el ámbito de la voluntad política y el compromiso institucional, se evidenció una divergencia significativa. Los municipios y la academia reconocen la presencia de líderes interesados en la adaptación al cambio climático, pero la sociedad civil percibe una falta de voluntad política y compromiso, lo cual considera un obstáculo importante. La percepción de la sociedad civil sobre las estrategias de adaptación es que estas suelen quedar en el ámbito académico y no se traducen en acciones concretas a nivel local.

A pesar de estas discrepancias, todas las partes coincidieron en que las limitaciones financieras representan un obstáculo clave. Aunque existen algunos programas de apoyo financiero, los recursos disponibles son insuficientes para cubrir todas las necesidades, lo que restringe el desarrollo e implementación de proyectos de adaptación en el contexto actual.

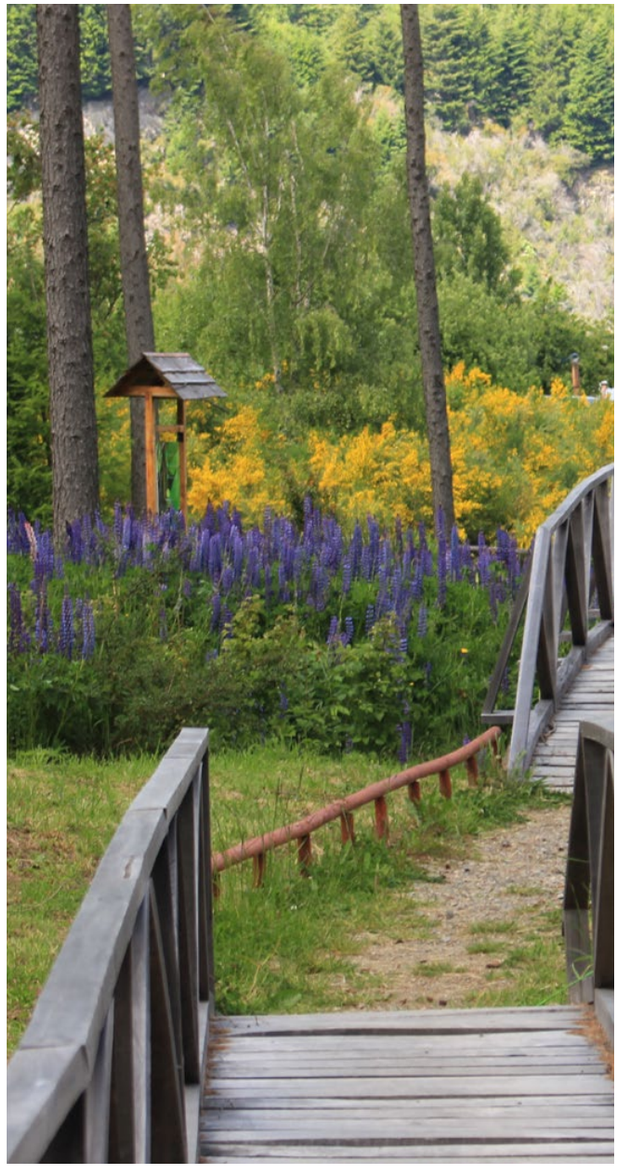


Foto: Nicolás Smith D.

4.4 ESTRATEGIAS, POLÍTICAS, PLANES, METAS Y ACCIONES DE ADAPTACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN EN LAS POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES

Esta sección se construyó con insumos provenientes de la revisión de la literatura disponible en materia de adaptación en el contexto nacional y el levantamiento de información, bajo la coordinación del Ministerio del Medio Ambiente, a través de un formulario distribuido ampliamente entre los distintos actores con el objetivo de recoger iniciativas desarrolladas por el sector público, a nivel nacional y subnacional, el sector privado, los gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales, universidades y centros de investigación.

4.4.1 Acciones en relación al objetivo mundial relativo a la adaptación

Chile ha desarrollado estrategias, políticas, planes, metas y acciones a nivel nacional y territorial desde que ratificó la CMNUCC. Estos esfuerzos en adaptación están fuertemente ligados a los componentes del objetivo global de adaptación del Acuerdo de París puesto que la planificación se realiza considerando los componentes del riesgo climático con el objetivo de fortalecer la resiliencia, reducir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación. En el país se han implementado políticas e iniciativas concretas que han abordado los impactos específicos del cambio climático desde diversos sectores, ya sea gubernamentales, empresariales, desde la academia y la sociedad civil. Todo esto, considerando la mejor ciencia disponible y, durante los últimos años, haciendo un esfuerzo por incorporar la perspectiva de género, conocimientos indígenas, tradicionales y locales, a través del fortalecimiento de capacidades, entre otros.

Las acciones de adaptación que se reportan en este capítulo están íntimamente relacionadas a las metas establecidas en el Marco de los Emiratos Árabes Unidos para la Resiliencia Climática Mundial, de 2023. El país ha priorizado sectores para la elaboración de planes específicos para adaptación en la LMCC, que cubren las metas temáticas sectoriales relativas al agua, seguridad alimentaria y agricultura, salud, ecosistemas y biodiversidad, infraestructuras y asentamientos humanos, y en el caso de las metas de erradicación de la pobreza y los medios de subsistencia, y la protección del patrimonio cultural, se están realizando esfuerzos para incorporar estas temáticas en los planes de adaptación y en las medidas de los planes de acción regional y comunal, según sea pertinente.

También, en lo relativo a las metas asociadas al ciclo de política de adaptación, cabe señalar que el país ha avanzado en la implementación de este ciclo, respaldado por el marco legal de la LMCC. En el caso de la meta específica de sistemas de alerta temprana, el país cuenta con estos sistemas en relación a las amenazas hidrometeorológicas y climáticas, sin embargo, estos requieren de importantes mejoras en todos los niveles territoriales. En particular, se requiere mejorar la observación, mediante la adquisición de instrumentos y tecnología. Se identifican importantes brechas en este sentido, para lograr un fortalecimiento del sistema, en particular en lo referido a los instrumentos y tecnologías necesarios, y su mantención en el tiempo, lo que requiere de grandes inversiones que el país no ha sido capaz de sustentar con recursos propios a la fecha.

En la actualización de la NDC, que se está realizando para ser presentada en 2025, se está considerando cómo se incluirán las metas del Marco de los Emiratos Árabes Unidos para la Resiliencia Climática Mundial en los compromisos que presentará el país.

4.4.2 Objetivos, medidas, metas, iniciativas, esfuerzos, planes y otros esfuerzos para aumentar la resiliencia

A continuación, se describen los instrumentos de gestión del cambio climático que integran la adaptación, junto a las diversas acciones y métodos que han permitido cubrir las diversas aristas de cada prioridad.

4.4.2.1 Estrategia Climática de Largo Plazo

Como se indicó anteriormente, la ECLP establece objetivos, metas y lineamientos a mediano y largo plazo en materia de adaptación al cambio climático y de acuerdo a la LMCC, el PNACC es parte integral de esta estrategia.

Los lineamientos, objetivos y metas de largo plazo establecidos por la ECLP se alcanzarán a través de diversos instrumentos de ejecución, que incluirán acciones y medidas concretas, así como aspectos relacionados con los medios de implementación, tales como los Planes Sectoriales de Adaptación y los Planes de Acción Regional y Comunal de Cambio Climático, los cuales son abordados en los apartados siguientes.

4.4.2.2 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

El PNACC es el principal instrumento de Chile para abordar los desafíos del cambio climático mediante la adaptación. Su propósito es proteger a la población, garantizar sus derechos fundamentales y conservar los ecosistemas, asegurando un uso sostenible del agua para consumo humano, subsistencia y la conservación de la biodiversidad. El PNACC permite coordinar acciones sectoriales y regionales, estableciendo prioridades y fomentando la integración entre mitigación y adaptación. Además, se encarga del mo-

nitoreo y seguimiento de las medidas implementadas mediante criterios estandarizados de reporte y verificación, asegurando transparencia y calidad en los datos, garantizando coherencia entre las políticas nacionales, sectoriales y regionales.

El primer PNACC, elaborado en 2014, tuvo como misión fortalecer la capacidad de adaptación de Chile al cambio climático. Hoy se encuentra en actualización, con objetivos específicos relacionados a fortalecer la gobernanza y la coordinación institucional, generar y gestionar conocimiento científico que facilite la implementación de soluciones efectivas y fomentar la participación del sector privado; desarrollar medios de implementación a nivel nacional, aumentar el financiamiento para las medidas de adaptación y consolidar un sistema robusto de evaluación y monitoreo que garantice la mejora continua del proceso de adaptación.

En el PNACC se definen líneas estratégicas, medidas y acciones, incorporando elementos clave como: mayor especificidad en las líneas estratégicas, con nuevas áreas como los Sistemas de Alerta Temprana y el Inventario de Impactos Climáticos; enfoque en grupos vulnerables, con análisis de vulnerabilidad interseccional y reducción de brechas de género; implementación de un sistema de monitoreo actualizado con proyecciones climáticas constantes y una plataforma como ARClim; integración de la adaptación en políticas públicas e instrumentos de gestión como el Sistema Nacional de Inversión (SNI); fortalecimiento de la coordinación interinstitucional con mesas de trabajo y cooperación público-privada, especialmente en iniciativas de CORFO; e impulso a la transferencia tecnológica y el financiamiento climático, fomentando la innovación y las inversiones para la adaptación y resiliencia climática.

4.4.2.3 Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático

Los doce sectores definidos en la LMCC para la elaboración de planes sectoriales de adaptación se encuentran en proceso de elaboración o actualización del instrumento, según sea el caso. Los planes previos a la LMCC y que se están actualizando son: Silvoagropecuario (2013), Biodiversidad (2014), Salud (2015), Pesca y acuicultura (2015), Infraestructura (2017), Energía (2018), Ciudades (2018), y Turismo (2019). Los sectores que se encuentran en proceso de elaboración de su primer plan sectorial de adaptación son: Recursos Hídricos, Minería, Zona Costera y Transportes.

A continuación, se realiza una comparación entre los Planes de Adaptación sectoriales ya vigentes con su respectivo proceso de actualización. Por último, se describen los Anteproyectos de los Planes Sectoriales en proceso. Es importante mencionar que todos los planes han pasado por un proceso de consulta pública establecido en la LMCC. También, se recalca que, al encontrarse aún en el proceso de elaboración/actualización, los contenidos de estos planes podrían sufrir cambios.

El **Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario** (Minagri, 2013) establece cinco (5) lineamientos estratégicos, a su vez, el proyecto de actualización (Minagri, 2023) también (ver Tabla 9).

Tabla 9. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario de 2013 y 2024.

PACC SAP 2013	Anteproyecto PACC SAP 2024
Mejorar la competitividad de la Agricultura	Manejo silvoagropecuario e integración de técnicas para la adaptación
Fomentar la investigación e innovación	Gestión integrada del recurso hídrico
Promover la sustentabilidad económica, social y ambiental	Fomento de la sustentabilidad agroambiental
Transparencia y acceso a mercados	Implementación de la infraestructura y el equipamiento productivo para la adaptación
Modernizar el Ministerio de Agricultura y sus servicios	Gestión de riesgos agroclimáticos y agrometeorológicos

Fuente: elaboración propia a partir de Minagri (2013) y Minagri (2023).

De esta forma, en la Tabla 9 se puede observar que ha existido una evolución de las prioridades desde 2013 hacia 2024, con un enfoque menos generalista. Se destaca, por ejemplo, que el PACC SAP 2024 profundiza en la integración de técnicas específicas para la adaptación al cambio climático, reflejando una evolución de la estrategia, de un enfoque más general en la competitividad hacia uno que prioriza la resiliencia frente a amenazas climáticas específicas; así mismo, la innovación y la investigación ahora se orientan más directamente a enfrentar desafíos específicos del cambio climático como la escasez de agua.

El Plan de adaptación al cambio climático para la biodiversidad (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2014) establece dieciocho (18) líneas estratégicas divididas según cuatro (4) objetivos específicos y su actualización (MMA, 2024) establece cuatro (4) objetivos específicos con (4) líneas de acción estratégicas (Tabla 10). Las líneas estratégicas de ambos planes están enfocadas en objetivos similares, sin embargo, las dos últimas han evolucionado a ideas menos generalistas, como salir de los márgenes públicos para crear nuevas colaboraciones público-privadas y establecer las SbN como principal medida para adaptarse al cambio climático.

El **Plan de adaptación al cambio climático del sector Pesca y acuicultura** (SUBPESCA, 2015) establece cinco (5) objetivos específicos, cada uno con diversas fichas de acción (corresponden a acciones) y su actualización (SUBPESCA, 2024) define líneas de acción con metas y acciones para cada uno de los cinco (5) objetivos. En función de establecer una comparación, se ordenan los objetivos del PACC (2015) versus las líneas de acción del plan en actualización (2024) (ver Tabla 11). Así, se puede observar que los objetivos específicos del PACC (2015) versus las líneas de acción del plan en actualización (2024) son idénticas, sin embargo, las acciones definidas por cada objetivo describen una evolución.

Tabla 10. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Biodiversidad de 2014 y 2024.

PACC BIO 2014	Anteproyecto PACC BIO 2024
Investigación en biodiversidad y creación de capacidades en gestión, información y conciencia ambiental, a nivel nacional, regional y local.	Contribuir a la recuperación y conservación de la biodiversidad amenazada por el cambio climático.
Promoción de prácticas productivas sustentables para la adaptación al cambio climático en biodiversidad y la mantención de los servicios ecosistémicos	Promover la restauración y evitar la degradación de la biodiversidad.
Consideración de objetivos de biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial urbana, planes regionales de ordenamiento territorial (PROT), u otros, como mecanismo de adaptación al cambio climático.	Aumentar la colaboración público-privada para la resiliencia climática de la biodiversidad
Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas e implementación de medidas de adaptación al cambio climático a nivel de ecosistemas y especies, en ambientes tanto terrestres como marinos, costeros, de aguas continentales e islas oceánicas, tanto en espacios rurales como urbanos y periurbanos.	Promover el uso de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la resiliencia climática.

Fuente: elaboración propia a partir de MMA (2014) y MMA (2024).

Tabla 11. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Pesca y Acuicultura de 2015 y 2024.

PACC Pesca y Acuicultura (2015)	Anteproyecto PACC Pesca y Acuicultura (2024)
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.	Desarrollar e implementar medidas que fomenten la adopción del enfoque precautorio y ecosistémico en la gestión de la pesca y acuicultura.
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 sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura.	Impulsar la investigación científica orientada a comprender y abordar los efectos del cambio climático en los servicios ecosistémicos relacionados con la pesca y la acuicultura.
Difundir e informar sobre los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector pesca y acuicultura.	Desarrollar programas de capacitación y difusión dirigidos a los actores de los territorios costeros para aumentar su conocimiento sobre los impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura, así como sobre los costos de inacción.
Mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático.	Desarrollar e implementar un marco institucional, normativo y administrativo integral y coordinado para la adaptación al cambio climático en la pesca y acuicultura.
Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.	Implementar medidas de adaptación específicas en los territorios costeros para mitigar los riesgos y aumentar la resiliencia de las actividades de pesca y acuicultura frente al cambio climático.

Fuente: elaboración propia a partir de Subpesca (2016) y Subpesca (2024).

Foto: Nicolás Smith D.

El **Plan de adaptación al cambio climático del sector Salud** (Minsal, 2017) establece ocho (8) ejes de acción con sus respectivas medidas y su actualización (Minsal, 2016) establece quince (15) medidas de adaptación sin antes definir líneas o ejes estratégicos. En función de ello, para fines comparativos, se agrupan las medidas descritas por el plan en actualización según los ejes de acción del PACC Salud (2016) (ver Tabla 12). De esta forma, se puede observar que, una vez agrupadas, los ejes de acción del plan y las medidas del anteproyecto siguen objetivos bastante similares, pero el anteproyecto ofrece un enfoque más preventivo y detallado, abordando de manera más integral la relación entre cambio climático y salud pública.

Tabla 12. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Salud de 2016 y 2024.

PACC Salud (2017)	Anteproyecto PACC Salud (2024)
Fortalecimiento de la institucionalidad	Medida de Adaptación N° 10: Desarrollo de una metodología que permita la elaboración de planes de emergencia regionales considerando las amenazas climáticas junto al resto de amenazas locales
Fortalecimiento del capital humano	Medida de Adaptación N° 5: Fortalecimiento del capital humano de salud pública
Estudios	Medida de Adaptación N° 2: Análisis de las dinámicas entre el cambio climático y las enfermedades transmitidas por alimentos Medida de Adaptación N° 11: Diagnóstico de líneas vitales y amenazas climáticas en establecimientos de salud Medida de Adaptación N° 14: Realizar un diagnóstico de vulnerabilidad sobre disponibilidad territorial del recurso hídrico y condiciones sanitarias para su consumo (otros organismos)
Vigilancia	Medida de Adaptación N° 4: Sistema de Monitoreo y comunicación de hallazgos inusuales, en tiempo y espacio, de vectores y reservorios de importancia en salud pública priorizados que se asocian al cambio climático Medida de Adaptación N° 6: Sistema de vigilancia epidemiológica de efectos en salud asociados a cambio climático Medida de Adaptación N° 9: Fortalecimiento de la capacidad de respuesta de la red asistencial frente a vectores y reservorios Medida de Adaptación N° 13: Control sanitario de contaminantes emergentes en cuerpos de agua dulce Medida de Adaptación N° 15: Modernizar la vigilancia sanitaria de agua para consumo humano mediante aplicaciones digitales con enfoque de riesgo
Promoción de la salud en la ciudadanía	Medida de Adaptación N° 1: Promoción de la alimentación saludable y sostenible
Disminución de la Vulnerabilidad	Medida de Adaptación N° 7: Aumento de la cantidad de prestaciones que se pueden realizar en línea del sector salud para evitar exposición a riesgos climáticos
Respuesta ante situaciones de emergencia	Medida de Adaptación N° 3: Prevención y gestión de intoxicaciones causadas por eventos de floraciones algales nocivas (FAN) en aguas marinas Medida de Adaptación N° 8: Desarrollo de plan de respuesta de la red asistencial a olas de calor
Atención de salud.	Medida de Adaptación N° 12: Desarrollo de plan interno del Ministerio de Salud para la respuesta a altas temperaturas extremas y olas de calor.

Fuente: elaboración propia a partir de Minsal (2017) y Minsal (2024).

El **Plan de adaptación y mitigación de los servicios de Infraestructura al cambio climático** (MOP, 2017) define diversos ejes, siendo uno el de adaptación al cambio climático y describe cuatro (4) líneas de acción con diversas medidas cada una. Su actualización no separa ejes iniciales, si no que define seis (6) líneas estratégicas generales con medidas y acciones específicas para cada una. En función de lo indicado, se comparan ambos planes a través de las líneas de acción/estratégicas definidas (ver Tabla 13).

El PACC Infraestructura (2024) amplía y profundiza las líneas de acción del PACC (2017), pasando de un enfoque en metodologías y monitoreo a uno más integral y holístico que incluye la resiliencia climática, sostenibilidad en la construcción, gestión del riesgo de desastres y certificaciones de sostenibilidad. Además, introduce una perspectiva de inclusión y equidad de género, mostrando una evolución hacia un enfoque más adaptado a los desafíos actuales del cambio climático, con mayor énfasis en la integración, sostenibilidad e impacto social.

El **Plan de adaptación al cambio climático para Energía** (Ministerio de Energía, 2018) establece cinco (5) lineamientos de acción con sus respectivas medidas y su actualización (Ministerio de Energía, 2024) define tres (3) ejes: mitigación, adaptación e integración/medios de implementación. Dentro del eje de adaptación se define un (1) pilar estratégico: "Infraestructura habilitante y resiliente", que se entiende como el símil al lineamiento de acción y en él se definen cinco (5) medidas. En la siguiente tabla se visualizan los lineamientos de acción del PACC energía (2018) versus las medidas del plan en actualización (Tabla 14). Así, se observa que el PACC Energía 2024 adopta un enfoque más específico y diferenciado por sector en comparación con el PACC Energía 2018, destacando planes de resiliencia y adaptación para los segmentos eléctrico y de combustibles, además de un mayor énfasis en la seguridad energética para grupos vulnerables y la gestión regional/local.

Tabla 13. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Infraestructura de 2017 y 2024

PACC Infraestructura (2017)	Anteproyecto PACC Infraestructura (2024)
Cambios metodológicos para incorporar la gestión del riesgo hidroclimático futuro en la evaluación, diseño y planificación de servicios de infraestructura	Desarrollo de infraestructura resiliente al cambio climático
Monitoreo de amenazas	Gestión de riesgo de desastres frente a eventos climáticos extremos en obras públicas
Monitoreo de vulnerabilidad de la infraestructura	Fomento de la sostenibilidad en construcción de obras públicas
Incorporación en los procesos de planificación ministerial de las implicancias del Cambio Climático para los servicios de infraestructura del Ministerio de Obras Públicas	Fortalecimiento de certificaciones de sostenibilidad en obras públicas
-	Gestión integrada para incorporar el cambio climático
-	Impulso al desarrollo de infraestructuras género-responsivas e inclusivas

Fuente: elaboración propia a partir de MOP (2018) y MOP (2024).

Tabla 14. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación y mitigación al cambio climático para el sector Energía de 2018 y 2024.

PACC Energía (2018)	Anteproyecto PACC Energía (2024)
Una oferta energética más resiliente al cambio climático en las distintas escalas territoriales	Planes de resiliencia y adaptación en el segmento eléctrico
	Planes de resiliencia y adaptación para el sector combustibles
Hacia un transporte de energía mejor adaptado al cambio climático y a eventos climáticos extremos	Pilotos para fortalecer la gestión de la demanda y mejoramiento de medición del consumo y suministro
Un sector energía mejor preparado ante aumentos de demanda energética producto del cambio climático	Seguridad energética con foco en grupos vulnerables
Arreglos institucionales y alianzas intersectoriales que propicien la adaptación del sector energético al cambio climático	Caracterización de vulnerabilidad y exposición a la crisis climática en instrumentos de gestión energética regional y/o local
Capacidades técnicas a la vanguardia y difusión del plan	-

Fuente: elaboración propia a partir de MinEnergía (2018) y MinEnergía (2024).

El **Plan de adaptación al cambio climático para Ciudades** (MINVU, 2018) establece cinco (5) ejes estratégicos, cada uno con líneas de acción y medidas, mientras su actualización (Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU], 2024) (5) ejes estratégicos, y sus medidas y acciones específicas (ver Tabla 15). El plan en actualización establece medidas más específicas que el plan anterior, pero es de destacar que ambos documentos mezclan en ellas temáticas de adaptación y mitigación.

El **Plan de adaptación al cambio climático para Turismo 2019** (Subsecretaría de Turismo, 2024) establece seis (6) líneas de acción con sus respectivas medidas y su actualización (Subsecretaría de Turismo, 2024) establece cinco (5) líneas de acción con sus respectivas medidas (Ver Tabla 16). El PACC Turismo 2024 amplía y profundiza algunos aspectos del PACC Turismo 2019, con un enfoque más integral en la coordinación, diversificación y monitoreo, además de introducir nuevas medidas para la restauración y protección de recursos turísticos.

Foto: Natalia Neira

Tabla 15. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para el sector Ciudades de 2018 y 2024.

PACC Ciudades (2018)	Anteproyecto PACC Ciudades (2024)
Planificación urbana y ordenamiento territorial	Aprovechamiento de servicios ecosistémicos
Infraestructura y construcción sostenible	Barrios sustentables
Reducción y gestión del riesgo de desastres asociados al cambio climático	Gestión de riesgo de desastres
Gestión local y colaboración interinstitucional	Gestión de residuos
Difusión	Educación ambiental y difusión

Fuente: elaboración propia a partir de Minvu (2018) y Minvu (2024).

Tabla 16. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para los sectores que por primera vez generan el instrumento en 2024.

Sector PACC	Líneamientos estratégicos
Instalar capacidades en la Subsecretaría de Turismo, Sernatur, Sernatur regional, y de los gestores públicos relacionados, en materia de cambio climático y turismo	Capacitación y sensibilización
Incluir el cambio climático en la planificación del sector turismo	Coordinación institucional y planificación turística
Mejorar la coordinación entre actores de diversos sectores, públicos y privados, en materias de cambio climático	Monitoreo climático y gestión de información
Generar y gestionar información necesaria para la acción climática en la industria turística	-
Informar y orientar a los prestadores de servicios turísticos y a los turistas sobre las oportunidades de adaptación y mitigación al cambio climático	-
Promover y gestionar medidas de adaptación del sector	Oferta turística más diversificada, resiliente y sostenible

Fuente: elaboración propia a partir de Sernatur (2019) y Sernatur (2024).

Sobre los planes sectoriales que se encuentran por primera vez en creación, se describen a continuación los lineamientos estratégicos de cada uno (ver Tabla 17).

En el sector **Recursos Hídricos** se destaca la reducción de riesgos y el fortalecimiento institucional, enfatizando la adaptación y financiamiento. Para el sector **Minería**, los lineamientos se centran en la seguridad hídrica y la resiliencia de las operaciones mineras frente al cambio climático. En **Zona Costera**, se subraya la delimitación operativa, la integración de conceptos climáticos y el fortalecimiento de áreas protegidas. Finalmente, en **Transportes**, los lineamientos incluyen la gobernanza, el monitoreo de riesgos y la implementación de soluciones basadas en la naturaleza. De esta forma, estos lineamientos reflejan un enfoque integral y adaptativo a las particularidades de cada sector frente a los impactos del cambio climático.

Tabla 17. Lineamientos estratégicos del Plan de adaptación al cambio climático para los sectores que por primera vez generan el instrumento en 2024.

Sector PACC	Lineamientos estratégicos
Recursos hídricos	LE1 – Reducción de riesgos sobre los recursos hídricos por el cambio climático. LE2 – Fortalecimiento legal, institucional y de gobernanza hídrica enfocada hacia la adaptación al cambio climático (Medios de implementación). LE3 – Fortalecimiento de capacidades, investigación y transferencia de conocimiento para la adaptación al cambio climático en el sector de los recursos hídricos (Medios de Implementación). LE4 – Acceso a financiamiento y desarrollo de mecanismos de implementación y seguimiento climático en el sector de los recursos hídricos (Medios de Implementación)
Minería	LE – A1: Seguridad hídrica para la continuidad de las operaciones LE – A2: Diseño, planificación, operación y cierre de la actividad minera bajo escenarios de cambio climático LE – A3: Aseguramiento del bienestar de los y las trabajadoras ante eventos extremos climáticos. LE – A4: Soluciones basadas en la naturaleza. LE – A5: Economía circular.
Zona costera	L1: Consensuar los criterios para establecer una delimitación operativa de la zona costera que sea aplicable a nivel de macrozonas. L2: Incorporar los conceptos de Zona Costera, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en los instrumentos normativos y orientadores relativos a la gestión costera L3: Implementar herramientas de orientación para incorporar el cambio climático en instrumentos de ordenamiento territorial. L4: Contribuir a la disponibilidad de información relativa a la zona costera, para el fortalecimiento en la gestión y toma de decisiones asociado a los efectos del cambio climático de la zona costera. L5: Integrar y fortalecer las distintas plataformas y bases de datos existentes relacionadas con la zona costera. L6: Incorporar consideraciones relacionadas a la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático en instrumentos y planes relacionados con la gestión de la zona costera. L7: Incentivar la creación de información relevante que ayude en la planificación, prevención y respuesta ante emergencias derivadas de los efectos del cambio climático. L8: Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas e implementación de medidas de adaptación al cambio climático a nivel de ecosistemas y especies, en ambientes marinos, costeros e islas oceánicas, tanto en espacios rurales como urbanos. L9: Crear y consolidar capacidades técnicas a nivel institucional para el desarrollo y acompañamiento de los instrumentos de gestión del cambio climático. L10: Reforzar competencias y conocimientos de los organismos responsables de la elaboración de instrumentos de ordenamiento territorial y de planificación territorial, sobre las implicancias e impactos del cambio climático en la zona costera. L11: Sensibilizar y fomentar la participación informada de la sociedad civil y de actores locales, sobre temáticas relacionadas a los impactos del cambio climático, respuesta ante eventos derivados de sus efectos, prevención, autocuidado y seguridad de las personas.
Transportes	L1: Gobernanza sectorial L2: Monitoreo continuo de riesgos L3: Política adaptativa L4: Soluciones basadas en la naturaleza L5: Gestión del riesgo de desastre L6: Conocimiento científico

Fuente: elaboración propia a partir de DGA (2024), Min. Minería (2024), SSFFAA (2024) y MTT (2024).

4.4.2.4 Planes de Acción Regional de Cambio Climático

En Chile, los gobiernos regionales están integrando la acción climática en su gestión, actuando como nexo entre lo nacional y lo local. Esto se evidencia en la creación de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) y en los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC),[17] primeros instrumentos de gestión climática a nivel subnacional. Actualmente, cuatro regiones tienen PARCC aprobados (Atacama, O'Higgins, Los Ríos, Los Lagos) y diez regiones están en proceso de elaboración, mientras que Valparaíso y Ñuble se encuentran en fases preliminares.[18] Los PARCC buscan alinear objetivos regionales con las políticas nacionales de adaptación y mitigación.

En la tabla 18 se presentan las medidas contempladas por los PARCC, que reflejan los principales esfuerzos que se están realizando a nivel regional en materia de cambio climático y relacionados con adaptación.

Foto: Bryan Contreras

Tabla 18. Medidas de adaptación consideradas en los PARCC (actualizado a agosto 2024).

Ámbito	Medida de adaptación	Estado
PARCC Tarapacá		
Biodiversidad	Ejecutar un programa regional de restauración y conservación de ecosistemas naturales con énfasis en áreas críticas para la biodiversidad.	En diseño
Energía y Minería	Establecer un centro de innovación en ERNC en colaboración con universidades regionales para impulsar la electrificación en zonas rurales y comunidades aisladas de Tarapacá.	En diseño
Energía y Minería	Desarrollar e implementar un plan integral de manejo de relaves que incluya tecnologías modernas, prácticas de remediación y estrategias de adaptación al cambio climático.	En diseño
Energía y Minería	Promover el desarrollo de tecnologías para la adaptación al cambio climático y eficiencia energética en Tarapacá, con énfasis en la identificación de necesidades en adaptación y mitigación de cada sector.	En diseño
Infraestructura	Optimizar y reforzar la infraestructura hídrica de Tarapacá para mejorar su resiliencia ante el cambio climático, con proyectos específicos iniciados el 2025.	En diseño
Pesca y Acuicultura	Desarrollar iniciativas para aumentar la resiliencia de las caletas de pescadores en Tarapacá.	En diseño
Pesca y Acuicultura	Generar Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) para la adaptación al cambio climático de la Región de Tarapacá.	En diseño
Silvoagropecuario	Implementar un programa regional de protección de terrenos agrícolas ante eventos climáticos extremos como crecidas de ríos, con el objetivo de proteger el 100% de las áreas agrícolas vulnerables para 2030.	En diseño
Silvoagropecuario	Apoyar la inversión productiva para aumentar la capacidad de adaptación del sector silvoagropecuario.	En diseño
Silvoagropecuario	Desarrollar y ejecutar un programa de capacitación en cambio climático, enfocado en técnicas de mitigación y adaptación para la agricultura en zonas áridas.	En diseño

[17] Ver Capítulo 1 sobre Circunstancias nacionales.
[18] Actualizado a agosto del 2024.

Continuación tabla 18

Silvoagropecuario	Desarrollar y promover proyectos de innovación en gestión del recurso hídrico y conservación de cultivos tradicionales en Tarapacá, con apoyo de fondos concursables.	En diseño
Turismo	Desarrollar un Programa Integral de Gestión de Floraciones de Medusas para Proteger el Turismo Costero.	En diseño
PARCC Atacama		
Recursos Hídricos	Gestión estratégica de cuencas.	Adoptada
Silvoagropecuario	Programas de conservación de suelos agrícolas.	Adoptada
Silvoagropecuario	Sistemas agroecológicos para la adaptación del cambio climático.	Adoptada
Pesca y Acuicultura	Crear y potenciar Áreas Marinas protegidas para enfrentar los impactos del cambio climático.	Adoptada
Minería	Identificación de infraestructura crítica del sector minero que debe adaptarse ante efectos del cambio climático.	Adoptada
Minería	Adaptación al cambio climático en el diseño y operación de faenas mineras.	Adoptada
Biodiversidad	Recuperación, creación y conservación de ecosistemas importantes para la adaptación y mitigación del cambio climático en Atacama.	Adoptada
Biodiversidad	Aumento de áreas protegidas regionales.	Adoptada
Biodiversidad	Avanzar en la propuesta y estudios de caudales ambientales en cursos fluviales de la Región de Atacama para enfrentar los efectos del cambio climático.	Adoptada
Ciudades	Implementar los estándares de diseño y construcción para viviendas y espacios de uso público considerando el concepto de soluciones basadas en la naturaleza desde una perspectiva de adaptación a climas áridos y resilientes ante aluviones con un enfoque de mejora continua.	Adoptada
Ciudades	Diseño y construcción de obras fluviales y de control aluvional para enfrentar eventos climáticos extremos.	Adoptada
Ciudades	Monitoreo hídrico de crecidas.	Adoptada
PARCC O'Higgins		
Recursos Hídricos	Gestión eficiente del recurso hídrico.	Adoptada
Ciudades	Integración de cambio climático y gestión hídrica en el ordenamiento territorial.	Adoptada
Silvoagropecuario	Protección y conservación del ecosistema suelo.	Adoptada
Silvoagropecuario	Sistemas y prácticas de riego eficiente y sostenible.	Planificada
Pesca y Acuicultura	Sistemas productivos sostenibles y resilientes.	Adoptada
Silvoagropecuario	Disminución de los impactos negativos generados por los eventos climáticos en el sector silvoagropecuario.	Planificada
Minería	Resiliencia ante eventos hidrometeorológicos e incendios forestales.	Planificada

Continuación tabla 18

Minería	Promoción de sinergias en cuencas donde se desarrollan operaciones mineras.	Planificada
Turismo	Gestión análisis de vulnerabilidad al cambio climático de ZOIT y destinos turísticos consolidados.	Adoptada
Turismo	Difundir y entregar herramientas sobre sustentabilidad y cambio climático a los prestadores de servicios turísticos y gestores de destinos disponibles en la región, que oriente la diversificación de la oferta turística en el marco del nuevo escenario climático.	Planificada
Turismo	Promover e incentivar el ecoturismo y la gestión sostenible de prestadores de servicios turísticos.	Planificada
Turismo	Promover y coordinar la aplicación de iniciativas que permitan evitar la saturación de atractivos turísticos de carácter natural.	Planificada
Biodiversidad	Reforestación, revegetación y forestación de cuencas y enriquecimiento ecológico de bosques nativos y formaciones xerofíticas.	Adoptada
Biodiversidad	Restauración, protección y conservación de paisajes y ecosistemas.	Adoptada
Biodiversidad	Elaboración de un programa regional de conservación de ecosistemas acuáticos y control de algas.	Adoptada
Ciudades	Identificar los estándares de diseño y construcción en los distintos programas habitacionales, espacios públicos y parques urbanos, para mejorar y proponer nuevos estándares con enfoque regional; desde una perspectiva de adaptación al cambio climático y gestión de riesgos hidroclimáticos inclusivos.	Planificada
Ciudades	Reforzar la implementación de la Política Nacional de Parques Urbanos en proyectos de infraestructura verde, tanto en el ámbito habitacional como en obras urbanas.	Planificada
Residuos	Elaborar un instrumento regional de gestión de residuos	Adoptada
Ciudades	Asegurar la disponibilidad de agua para consumo humano y emergencias.	Adoptada
PARCC Los Lagos		
Turismo	Fomento al turismo sustentable en Zonas de Interés Turístico de la región de Los Lagos (2.3).	Planificada
Recursos Hídricos	Asegurar el abastecimiento de agua potable y saneamiento para zonas concentradas, semiconcentradas y aisladas de la región, a través de la protección de los recursos naturales que garantizan su disponibilidad (2.4).	Planificada
Pesca y Acuicultura	Incrementar la resiliencia de la mitilicultura al cambio climático mejorando la gestión del sector en forma estratégica e integrada (3.2).	Planificada
Pesca y Acuicultura	Fomentar la resiliencia hacia la actividad pesquera artesanal junto a la administración y manejo de las pesquerías, producto del efecto del cambio climático (3.3).	Planificada
Recursos Hídricos	Fomentar el aumento de eficiencia en el consumo de agua para fines agrícolas y mejorar la calidad de agua en la Región de Los Lagos (3.4).	Planificada
Transversales	Identificar e integrar zonas de riesgo natural y antrópico en la planificación territorial de la región, provincias y comunas (4.1).	Planificada
Pesca y Acuicultura	Fortalecer la gestión de la información generada por los diferentes programas de vigilancia de FAN y toxinas marinas (MINSAL-Sernapesca-Subpesca) (6.1).	Adoptada
Residuos	Complementar la capacidad de gestión regional para la implementación de la Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular (6.3).	Adoptada
Transversales	Sistema integrado de información socioecológica estratégica del territorio para adaptación y mitigación al cambio climático. (6.4).	Planificada

Continuación tabla 18

PARCC Los Ríos		
Biodiversidad	Conservación de ecosistemas y su biodiversidad para fomentar su resiliencia.	Implementada
Silvoagropecuario	Fomentar prácticas de manejo sostenible en la actividad agrícola, pecuaria y forestal de la región.	Adoptada
Silvoagropecuario	Aumentar la resiliencia del sector agropecuario a través del uso sostenible de los recursos hídricos y la mejora de las condiciones de gobernanza del agua.	Adoptada
Silvoagropecuario	Fomentar el consumo regional de productos agropecuarios locales.	Planificada
Biodiversidad	Fortalecer la gestión de las áreas silvestres protegidas, para enfrentar de manera natural y resiliente el fenómeno del cambio climático.	Adoptada
PARCC RM		
Ciudades	Fortalecer los Sistema de Gestión y Reducción del Riesgos de Desastres (SGRD) por cambio climático.	Adoptada
Salud	Mejorar el sistema de gestión del riesgo climático para temperaturas extremas en la RMS.	Adoptada
Ciudades	Aumentar la cobertura vegetal y arbórea mediante soluciones basadas en la naturaleza.	Adoptada
Silvoagropecuario	Disminuir los riesgos agroclimáticos en las zonas rurales (y cordilleranas) de la Región Metropolitana.	Adoptada
Biodiversidad	Restaurar ecológicamente la vegetación y fauna nativa en la Región Metropolitana.	Adoptada
Biodiversidad	Fortalecer la gestión áreas protegidas para la adaptación al cambio climático.	Adoptada
Biodiversidad	Promover y aumentar las medidas de protección ambiental de los humedales regionales.	Adoptada
Recursos Hídricos	Implementar plataformas de acceso público para la gestión integrada de consumos y pérdidas de agua potable.	Adoptada
Ciudades	Mejorar la cobertura y calidad de los servicios sanitarios rurales.	Adoptada
Ciudades	Promover e implementar sistemas de drenaje urbano sostenibles.	Adoptada
Recursos Hídricos	Fortalecer la institucionalidad para la seguridad hídrica y el manejo integrado de cuencas.	Adoptada
Ciudades	Fortalecer las capacidades para la gestión y planificación territorial comunal ante el cambio climático.	Adoptada
Transversales	Promover y fortalecer la integración de la sociedad civil en instancias regionales y sectoriales vinculadas al cambio climático.	Adoptada

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente, con base en información entregada por los Gobiernos Regionales.

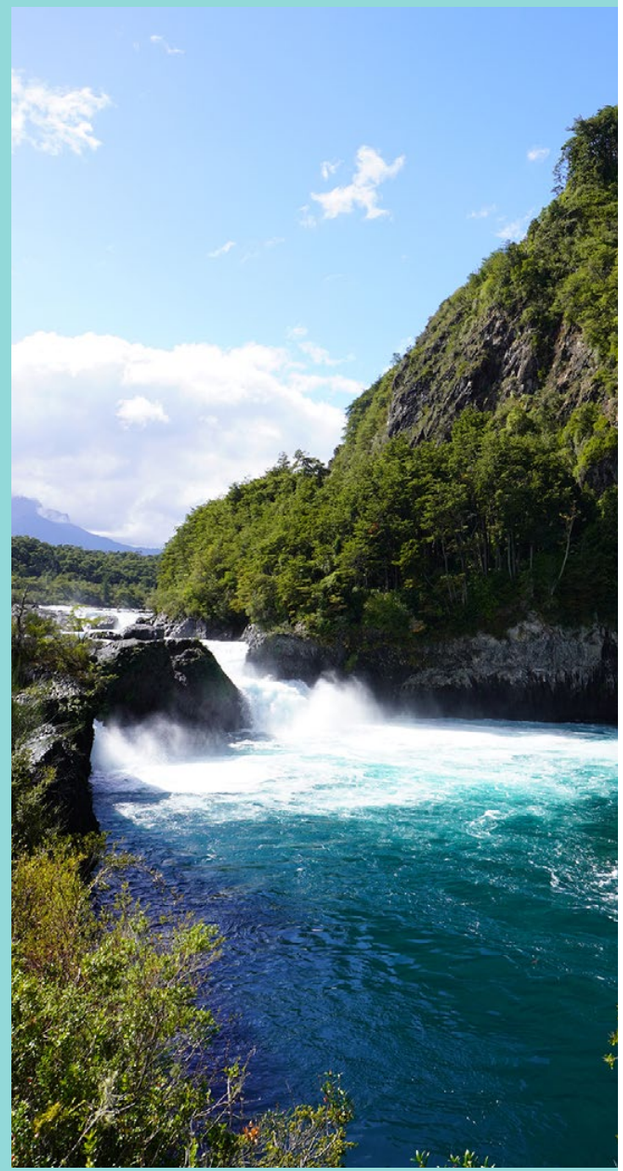


Foto: Ana Guerrero

4.4.2.5 Otras políticas y estrategias relevantes para la adaptación al cambio climático

En Chile existen diversas políticas y estrategias que abordan temas que influyen en el proceso de adaptación al cambio climático. A continuación, se realiza una descripción de estas.

- **Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025:** incluye la promoción de la eficiencia hídrica, la modernización de la infraestructura y la gestión de cuencas bajo un enfoque que, aunque no es dicho explícitamente en el documento, es de adaptación (Chile Cuida su Agua, 2012).

- **Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030:** promueve la implementación del Enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas o ahora llamado Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), el cual se fundamenta en la conservación, restauración y utilización sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para permitir que las personas puedan adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2017).

- **Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) 2017-2025:** se enfoca en la adaptación a través de la protección de la biodiversidad y los ecosistemas. Específicamente habla de reducir la vulnerabilidad al riesgo de degradación de las tierras a través del manejo de los recursos vegetacionales, implementando estrategias de adaptación (CONAF, 2017).

- **Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (PNRRD) 2020-2030 y su Plan Estratégico:** liderada por SENAPRED, constituye el marco rector para gestionar riesgos en línea con el Marco de Sendai y otros compromisos internacionales. Esta política se enfoca en cinco ejes prioritarios: comprender el riesgo, fortalecer la gobernanza, invertir en resiliencia, mejorar la respuesta ante emergencias y fomentar una recuperación sostenible. Además, incluye 74 acciones estratégicas y mecanismos de evaluación para asegurar el seguimiento continuo. Promueve la integración de actores públicos y privados, prioriza a las comunidades vulnerables y alinea las políticas nacionales con la sostenibilidad y resiliencia a largo plazo (Gobierno de Chile, 2020b).

- **Estrategia Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC):** incluye acciones para la adaptación y reducción de riesgos en la gestión de recursos forestales (CONAF, 2015).

- **Estrategia Nacional de Soberanía por la Seguridad Alimentaria:** reconoce los desafíos que el cambio climático impone a la agricultura y la producción de alimentos. Incluye medidas para mejorar la resiliencia del sector agrícola ante eventos climáticos extremos como sequías y heladas (Gobierno de Chile, 2023).

- **Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040:** aborda la adaptación al cambio climático al promover prácticas de valorización de residuos con el objeto de mejorar la calidad del suelo o recuperar suelos degradados, siendo relevante ante los desafíos enfrenta el país respecto a erosión de suelos agrícolas y desertificación (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2021).

- **Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT):** aprobada por el Decreto 469 en 2019 y publicada en 2021 establece directrices para organizar el territorio de forma sustentable, integrando dimensiones sociales, económicas y ambientales en un horizonte de 30 años. Su enfoque incluye la adaptación al cambio climático, promoviendo una ocupación segura y resiliente del territorio, el uso de ecosistemas naturales como herramientas de mitigación y la integración del cambio climático en la planificación de

infraestructura y asentamientos. Asimismo, busca reducir riesgos de desastres y garantizar la continuidad operativa frente a eventos extremos, fortaleciendo la resiliencia y el desarrollo equilibrado del país (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2021.

- **Política Energética de Chile 2050:** considera aspectos de adaptación como la resiliencia de la infraestructura energética ante eventos climáticos extremos y la diversificación de fuentes de energía (Ministerio de Energía, s. f.).

- **Política Nacional de Desarrollo Rural 2020-2030:** integra consideraciones de adaptación al cambio climático, especialmente en lo relacionado con la gestión del agua, la agricultura sostenible y la mejora de la resiliencia de las comunidades rurales ante eventos climáticos extremos (Comisión Interministerial de Ciudad, 2020).

4.4.2.6 Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas

Los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) serán instrumentos fundamentales para gestionar de manera integrada el agua en cada cuenca del país, abordando los desafíos del cambio climático y asegurando el uso eficiente y sostenible del recurso. El 4 de enero de 2024 se publicó en el Diario Oficial de la República de Chile el reglamento que establece los procedimientos para la elaboración, revisión, actualización, monitoreo y reporte de estos planes (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2023). Según la publicación, cada PERHC estará diseñado para abordar las particularidades de cada cuenca, permitiendo diagnosticar su situación actual, identificar las necesidades hídricas y planificar acciones específicas que prioricen el consumo humano, el desarrollo económico y la conservación de los ecosistemas.

Los planes seguirán una estructura en tres fases: elaboración, que incluye un diagnóstico detallado y la priorización de medidas estratégicas; implementación y monitoreo, donde se ejecutan las acciones priorizadas y se evalúa su progreso; y finalmente, revisión y actualización cada cinco años, con una actualización más profunda cada diez años o menos, según los resultados obtenidos y las necesidades emergentes. Estos instrumentos serán esenciales para anticiparse a fenómenos como las sequías y crecidas, gestionando los recursos de manera eficiente y adaptativa.

El proceso ya ha comenzado con la licitación de estudios para nueve cuencas: Codpa-Vítor en Arica y Parinacota, Camiña en Tarapacá, Huasco en Atacama, Choapa en Coquimbo, río Maipo en la Región Metropolitana, río Valdivia en Los Ríos, río Maullín en Los Lagos, Aysén en la Región de Aysén y las cuencas costeras entre Seno Andrew y río Hollemberg en Magallanes. La duración de cada estudio será de 2 a 3 años, con una inversión total de 2.968 millones de pesos. Estos estudios proporcionarán información física, social y ambiental relevante, que será fundamental para priorizar medidas y orientar la gestión hídrica. Paralelamente, se están conformando las Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH) que promoverán la participación de actores relevantes y asegurarán una gobernanza efectiva del recurso hídrico en cada territorio.

4.4.2.7 Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en PSACC

SENAPRED ha preparado directrices específicas para la incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en los PSACC, en el documento llamado *Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático* (SENAPRED, 2024) y adicionalmente en el marco del PNACC se está elaborando una guía relativa a la adaptación al cambio climático y gestión de riesgo de desastres, en un esfuerzo de que ambos procesos se desarrollen de manera coordinada y sinérgica. Estas directrices orientan a los ministerios en la inclusión de medidas preventivas y de mitigación dentro de los PSACC, promoviendo una gestión del territorio que responda tanto a los desafíos del cambio climático, como a la reducción de riesgos de desastres.

Este enfoque se enmarca en las normativas establecidas por la LMCC y la Ley SENAPRED. Las directrices garantizan que los PSACC incluyan medidas de gestión del riesgo de desastres alineadas con las prioridades de SENAPRED. Este a su vez destaca la importancia de trabajar con actores relevantes del territorio para asegurar una gobernanza efectiva y una mayor integración entre ambos marcos normativos, promoviendo así la adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres de manera conjunta.

4.4.2.8 Otras iniciativas de instituciones gubernamentales

Bajo el marco de los instrumentos de planificación climática, tales como el Plan Nacional de Adaptación y los Planes Sectoriales, diversas reparticiones del Estado han respondido al desafío de la adaptación climática. Estas acciones incluyen tanto intervenciones directas en el territorio, vinculadas a sectores específicos, como iniciativas transversales que apoyan y potencian los esfuerzos de otras organizaciones. En total se han recopilado 44 iniciativas reportadas por 12 instituciones de gobierno mediante un formulario de información diseñado para captar los avances en la implementación de medidas de adaptación. La tabla a continuación ofrece una muestra de estas iniciativas con su respectivo sector involucrado (Tabla 19).

Tabla 19. Iniciativas reportadas por las distintas instituciones gubernamentales.

Institución	Iniciativa
Ministerio de Obras Públicas	- Estudio para la incorporación de la variable Cambio Climático en el plan de reconstrucción - Capacitación "Introducción al Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim) y su aplicación en proyectos sometidos al SEIA" - Evaluación de Término del Plan de Adaptación y Mitigación de los servicios de infraestructura al Cambio Climático 2017 - 2022 - Incorporación de la variable cambio climático en la reconstrucción de puentes afectados por eventos extremos 2023 - Análisis de aplicabilidad de SbN para Obras Públicas del MOP - Adecuación de los procesos participativos de las obras públicas para la inclusión de la sustentabilidad y el cambio climático - Conformación del Comité Intraministerial de Cambio Climático - Actualización de la Política de Sostenibilidad del Ministerio de Obras Públicas
Ministerio de Minería	- Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería con sus respectivos indicadores de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para seguimiento en el periodo de implementación (2025-2029) - Sistematización de Hojas de Ruta para la Minería - Política Nacional Minera 2050 con su respectivo monitoreo anual de avance de las metas y la creación de la División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras - Plan Nacional de Depósitos de Relaves - Transferencia Programa de Emergencia Actividad Extractivas: Salinas y Canteros
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca)	- Proyecto "Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático (2017 - 2021)"
Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED)	- Plan Nacional de Emergencia - Anexo Calor Extremo - Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático - Iniciativa "Lineamientos Nacionales sobre Movilidad Humana en el Contexto del Cambio Climático y los Desastres"
Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)	- Estudio "Monitoreo del estado de los relaves mineros en Chile" - Estudio "Informe Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena" - Estudio "Gestión ambiental en minería: capítulo biodiversidad"
Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) - Temuco	- Proyecto “Difusión de la Huerta Mapuche y Biodiversidad Cultivada como estrategia frente al Cambio Climático”
CONADI - Los Lagos	- Estudio "Diagnóstico Ambiental y Social de Estero Pucopío y Laguna Trinidad, Comuna de San Pablo, Provincia de Osorno" dentro del convenio "Enfoque Territorial para la Conservación y Puesta en Valor de los Bosques de Pantano de Laguna Trinidad y Estero Pucopio."
Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	- Diseño de un sistema de monitoreo piloto de remociones en masa en la cuenca del Estero San Alfonso, comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana - Programa de transferencia de tecnología y conocimientos para el monitoreo de sectores en el río de Las Minas, región de Magallanes y Antártica chilena - Transferencia sistema de alerta de aluviones del río de Las Minas, Punta Arenas - Evaluación del recurso geotérmico de muy baja temperatura a escala regional y comunal (regiones de Los Ríos, Los Lagos, La Araucanía, Aysén, Puerto Aysén, Temuco, Padre de Las Casas) - Mapas de Peligros Geológicos - Caracterización hidrogeológica de las dunas de Concón - Caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Cauquenes, regiones del Maule y Ñuble - Explorador de bombas de calor geotérmicas - Antecedentes sobre el Estado de los Recursos Hídricos del Sector Cuarta Terraza Alerce, Puerto Montt, Región de Los Lagos

Continuación tabla 19

Institución	Iniciativa
Dirección General de Aguas (DGA)	- Análisis de Cuencas para la Formulación de los Planes Estratégicos de Recursos hídricos a nivel nacional - Análisis para la Formulación Nacional de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica - Investigación en métodos adaptativos para Gestión y Resiliencia Hídrica en Chile - Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector de Recursos Hídricos
Ministerio de Defensa Nacional	- Monitoreo Climático Costero - Sistema de Gestión en materia de seguridad Operacional y Medio Ambiente - Implementar un Ordenamiento Territorial Militar Ambiental (OTMA) - Curso online Cambio Climático de la Universidad de Chile
Ministerio de Salud	- Creación del comité operativo para Actualización del plan sectorial
Armada de Chile	- Cruceros de Investigación Marina en Áreas Remotas (CIMAR) - Base datos climatológicos estaciones costeras - Plan de Monitoreo de Bahías - Campañas Glider
Ministerio de Transportes (MTT)	- Incorporación de aire acondicionado en gran parte de la flota de trenes, y pasillos de inter-circulación para transportar un mayor número de personas por viaje - Reconfiguración de Trenes NS93 (4 TRENES) - Incorporación de aire acondicionado en gran parte de la flota de trenes, y pasillos de inter-circulación para transportar un mayor número de personas por viaje - Integración de Trenes NS-16 (35 TRENES)
Fuerza Aérea de Chile	- Sistema de Gestión en materia de seguridad Operacional y Medio Ambiente

Fuente: elaboración propia a partir de los formularios de información (2024).

Del total de iniciativas reportadas, un 19% se encuentra en ejecución, mientras un 81% se encuentra ya implementada y finalizada. Estas iniciativas de adaptación al cambio climático abarcan áreas clave como la planificación de infraestructura resiliente, la gestión hídrica y de desastres, la sostenibilidad en la minería y la protección de los ecosistemas, con un enfoque transversal en el fortalecimiento de capacidades locales e indígenas. Por ejemplo, el Ministerio de Obras Públicas avanza en la incorporación del cambio climático en sus políticas de infraestructura, mientras que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Ministerio de Minería trabajan en fortalecer la capacidad de adaptación en sectores productivos clave. Asimismo, el SENAPRED y el Ministerio de Defensa Nacional desarrollan estrategias para enfrentar riesgos climáticos y geológicos, y la Armada de Chile colabora en el monitoreo de los efectos en las áreas costeras. Por otro lado, el aporte del conocimiento indígena es destacado por la CONADI, que impulsa iniciativas para la conservación de los recursos naturales.

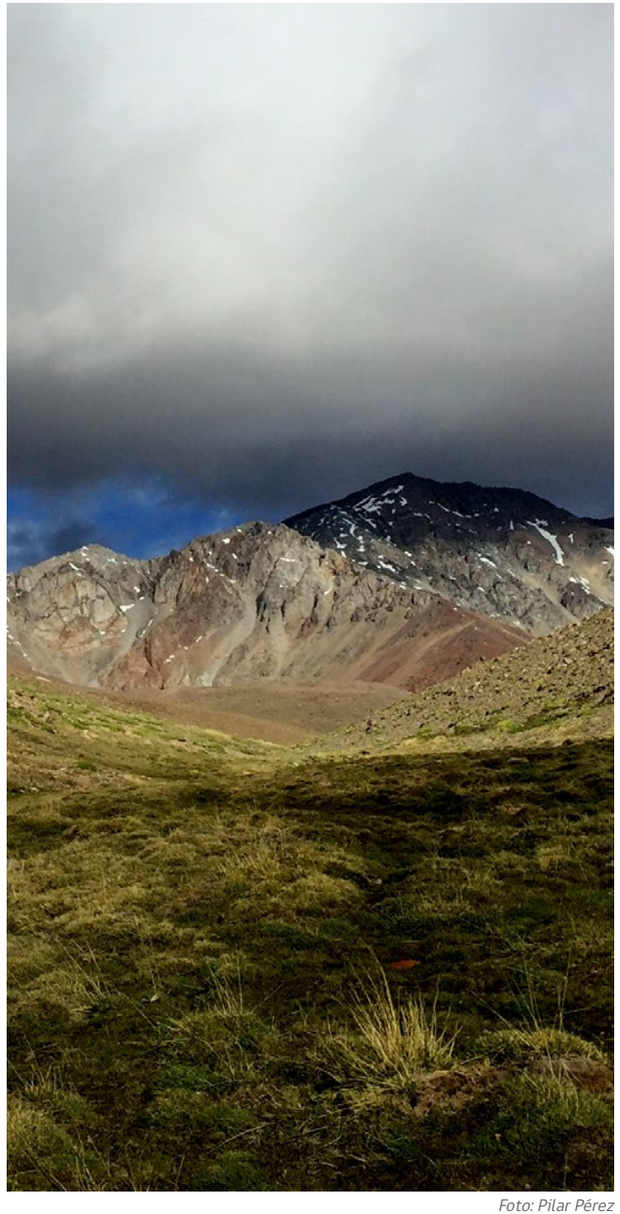


Foto: Pilar Pérez

4.4.2.9 Gobiernos regionales

Los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) destacaron diversas iniciativas de adaptación desarrolladas en distintas regiones de Chile. Estas iniciativas reflejan el compromiso de los gobiernos regionales por hacer frente a los desafíos particulares de cada territorio para enfrentar los efectos del cambio climático. A continuación, se describen algunas de las iniciativas más relevantes que cada región ha implementado (Tabla 20).

Foto: Fernando Medrano

Tabla 20. Iniciativas de adaptación reportadas por los CORECC.

Región	Iniciativas destacadas
Región de Arica y Parinacota	Proyecto Embalse Chironta
Región de Tarapacá	Alertas sanitarias, formación de equipos de zoonosis y difusión sobre el dengue *(Aedes aegypti)*
Región de Antofagasta	Planes Reguladores, Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) y Zonificación de áreas expuestas a peligros de remoción en masa.
Región de Atacama	Planta Desaladora de Atacama y Parque ribereño Kaukari
Región de Coquimbo	Proyectos sobre uso sostenible de los recursos marinos y reducción del riesgo de actividades productivas, con tal de lograr resiliencia de las pesquerías y conservación de servicios ecosistémicos.
Región de Valparaíso	Elaboración de mapas de riesgos y peligros geológicos
Región Metropolitana de Santiago	Conformación oficial del Organismo de Cuenca del río Maipo con las respectivas Estrategias Hídricas Locales y los proyectos de reforestación: Brotar y Bosques de Bolsillo
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Ampliación y explotación del Embalse Convento Viejo (hasta la comuna de Marchigüe) y Arborización urbana con especies nativas esclerófilas
Región del Maule	Proyectos de reforestación: Proyecto + bosques y la implementación de un bosque con técnica Miyawaki
Región de Ñuble	Proyecto GEF de Restauración de Paisajes agroforestales y Monitoreo de la sequía agrícola
Región del Bío-Bío	Programa de restauración de ecosistemas lacustres en la provincia de Arauco y Proyecto GEF de especies amenazadas Queule, huemul y zorro de Darwin
Región de la Araucanía	Proyecto GEF "Humedales costeros"
Región de los Ríos	Proyecto "+ Bosques" y proyecto "Renaturalización" de la microcuenca para asegurar funcionamiento del sistema de Agua Potable Rural en el sector de Mashue, comuna de La Unión
Región de los Lagos	Proyecto "+ Bosques" y Asamblea Climática Ciudadana Los Lagos
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	Iniciativa para el monitoreo hidrometereológico comunitario de lagunas y glaciares
Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Redes de sensores y estaciones hidrometeorológicas que permiten estudiar las variaciones drásticas en las condiciones ambientales de la Península Antártica y Medidas de delimitación de áreas de prohibición de drenaje de turberas

Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos (2024).

Iniciativas en regiones adicionales a los PARCC

A nivel regional, los gobiernos reciben recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) para financiar proyectos orientados a mejorar la infraestructura, la calidad de vida y el desarrollo productivo. Este fondo incluye el Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL), que apoya obras prioritarias para la comunidad, y el Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC/FIC-R), financiado por el royalty minero, destinado a impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico en las regiones.

Durante junio y julio de 2024, se solicitó a los gobiernos regionales reportar las iniciativas de adaptación financiadas por estos fondos. Los gobiernos tuvieron libertad para definir el enfoque y alcance de sus reportes, lo que resultó en una notable variación en el número y tipo de medidas informadas por cada región; mientras algunas, como Coquimbo, reportaron un enfoque amplio en agricultura sustentable, economía local y gestión de recursos hídricos, otras informaron un número menor de medidas y una menor diversidad temática.

En total, se reportaron 248 iniciativas de adaptación a nivel regional, siendo la gestión de recursos hídricos el área con mayor número de medidas (26,2%), seguida por la agricultura sustentable (18,5%).

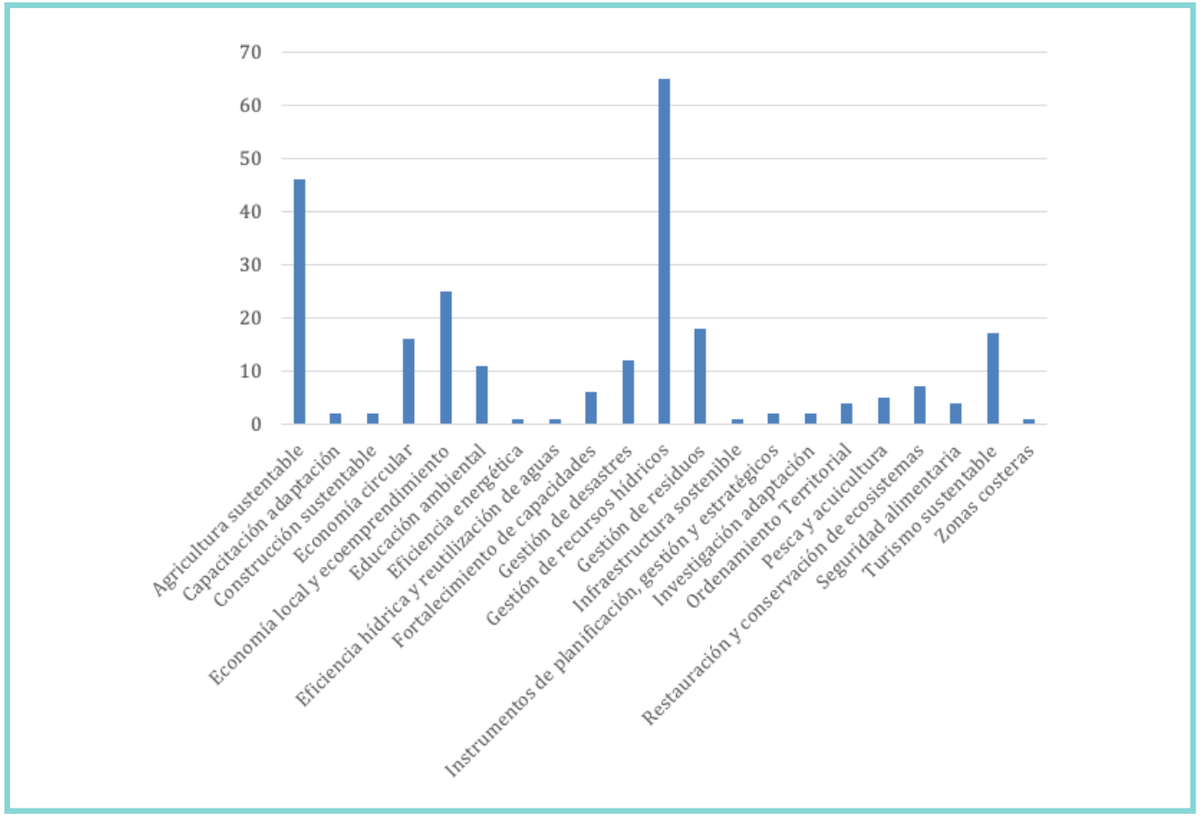


Figura 25. Iniciativas de adaptación a nivel regional por área temática.
Fuente: elaboración propia.

4.4.2.10 Gobiernos locales

Los gobiernos locales juegan un papel crucial en la gestión de los riesgos y amenazas que presenta el cambio climático, ya que sus impactos se manifiestan en ámbitos geográficos específicos, donde la amenaza climática afecta directamente al territorio, exponiendo diversos elementos y poniendo a prueba la vulnerabilidad y capacidad de respuesta del sistema social y/o natural.

A nivel municipal, se identificaron 31 iniciativas provenientes de 15 municipios. Estas se diferencian según las distintas macrozonas de Chile, revelando una variedad significativa de enfoques y soluciones destinadas a abordar múltiples vulnerabilidades ambientales, económicas, sociales, estructurales, de gobernanza y tecnológicas según las necesidades específicas de cada territorio. Por ejemplo, hacia el norte destacan proyectos para proteger biodiversidad; hacia el centro las investigaciones y planificación se centran en resolver problemas hídricos y de servicios ecosistémicos; mientras hacia el sur se destacan los proyectos e investigaciones que permitan conservar ecosistemas (ver Tabla 21).

Tabla 21. Iniciativas reportadas por los Municipios.

Macrozona	Municipios	Iniciativas
Norte	Municipalidad de Iquique	Certificación Internacional *BlueFlag:* programa de educación ambiental y gestión sustentable de playas.
		Declaración de Santuario de la Naturaleza Cerro Dragón e implementación de su plan de manejo.
		Ordenanza municipal y Plan de Gestión Humedal Urbano Playa Blanca.
		Actividades de educación ambiental (limpieza de playas, charlas educativas, ferias ambientales).
Centro	Municipalidad de Renca	Construcción de áreas verdes de bajo requerimiento hídrico con enfoque participativo.
		Reforestaciones comunitarias: 78.000 árboles en el Parque Metropolitano de Cerro Renca.
		Desarrollo de distintos instrumentos de política ambiental: Plan regulador, Evaluación ambiental estratégica (ENE), Plan local de cambio climático (PLCC), PLADECO, Estrategia energética local, Estrategia hídrica local.
		Reporte CDP en el marco de la campaña *"Race to Zero"* y *"Race to Resiliencie"*
	Municipalidad de Peñalolén	Medidas de contención de deslizamientos de tierra: piscinas decantadoras e infraestructuras de contención de sedimentos.
		Cálculo de huella hídrica local y decreto de emergencia hídrica para priorizar la acción en gestión hídrica sostenible (Estrategia Hídrica Local)
		Conservación del ecosistema precordillerano y funciones y servicios ecosistémicos.
		Acuerdo de Producción Limpia.
	Municipalidad del Quisco	Proyecto de parque inundable en humedal Quebrada El Totoral
	Municipalidad de Quilpué	Centro de prácticas ambientales: viverización especies nativas y agroecología urbana.
	Municipalidad de Papudo	Proyectos de estudio al fenómeno del cambio climático en la pequeña agricultura.
	Municipalidad de San Felipe	Educación ambiental para la comunidad vecinal y comunal.
		Fiscalización y regularización de actividades con impacto ambiental normadas en ordenanzas.
		Asesoría y apoyo en postulación de proyectos a organizaciones comunitarias.
		Implementación Ecomercado.
	Municipalidad de La Florida	Defensa del territorio con pronunciamientos ambientales ante proyectos de inversión ingresados al SEIA.
	Municipalidad de La Reina	Reforestación.
	Municipalidad de Maipú	Diversos instrumentos: ordenanza hídrica, ordenanza medioambiental, política de implementación plazas de bajo requerimiento hídrico.

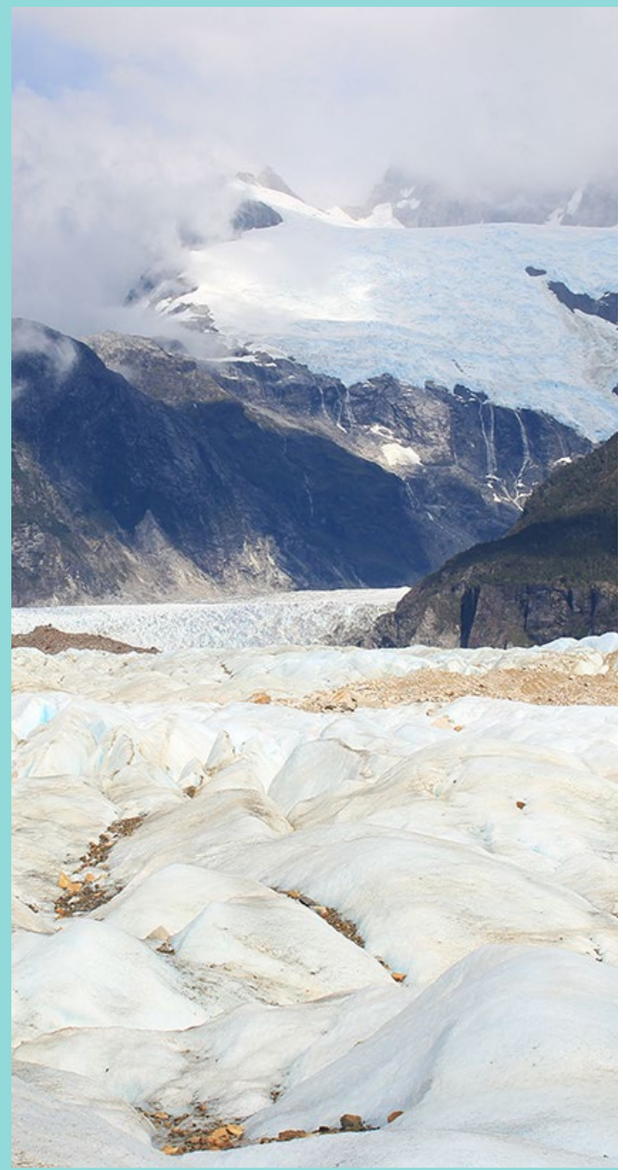


Foto: Nicolás Smith D.

Continuación tabla 21

Macrozona	Municipios	Iniciativas
Centro Sur	Municipalidad de Hualqui	Diversos instrumentos: Plan de reducción del riesgo de riesgo de desastres, Plan de emergencia-, Plan específico de protección contra incendios forestales.
	Municipalidad de Santa Juana	Reforestación de Parque Catiray y sectores afectados por los incendios.
	Municipalidad de Curanilahue	Creación de la Unidad de gestión de riesgos y Plan comunal de reducción de riesgos.
		Declaratoria de Humedal urbano sector la piscina Curanilahue.
Sur	Municipalidad de Puerto Montt	Certificación Estado Verde.
		SCAM de Puerto Montt.
		Declaratoria Humedal Urbano Luis Ebel.
		Puesta en valor de los sitios Naturales de la comuna a través de turismo y educación patrimonial.
	Municipalidad de Río Bueno	Plan de acción Reserva de la biosfera. Se destaca la acción de "determinar la factibilidad para la reconversión de motores diésel a eléctricos de embarcaciones de paseo y pesca recreativa que operan en lago Puyehue a fin de eliminar contaminación y ruido "con el fin de fomentar el turismo sustentable que realizan comunidades locales (localidades de Mantilhue Alto).
Austral	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos.

A su vez, el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) del Ministerio del Medio Ambiente es una herramienta fundamental para fortalecer la gestión ambiental a nivel local en Chile. Este sistema permite a los municipios implementar y consolidar políticas públicas orientadas a la sostenibilidad, abordando de manera efectiva los desafíos del cambio climático y promoviendo un desarrollo más armónico con el medio ambiente. Así, a medida que los municipios avanzan en los distintos niveles de certificación del SCAM, demuestran su compromiso con la protección de los recursos naturales, la reducción de la vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos, y la mejora de la calidad de vida de sus comunidades. Por ello, es de destacar aquellos municipios que han alcanzado el nivel 5 del SCAM: el máximo grado de certificación, ya que se convierten en referentes nacionales, liderando con el ejemplo y demostrando que es posible avanzar hacia un desarrollo local resiliente y sostenible (ver Tabla 22).

Tabla 22. Municipios en nivel 5 del SCAM.

Región	Comuna
Atacama	Vallenar
Coquimbo	Coquimbo
Valparaíso	San Antonio
	Santo Domingo
Metropolitana	Lo Barnechea
	Puente Alto
	Colina
	Peñalolén
	Maipú
	Vitacura
	Calera de Tango
O'Higgins	Palmilla
Biobío	Chiguayante
	San Pedro La Paz
	Talcahuano
	Nacimiento
	Concepción
	Hualpén
Ñuble	Chillán
Araucanía	Pucón
	Temuco
	Traiguén
	Loncoche
	Gorbea
	Nueva Imperial
Los Ríos	Valdivia

Fuente: elaboración propia a partir de (MMA, 2023c).

4.4.3 Perspectiva de género y conocimiento indígena, tradicional y local en las estrategias, políticas, planes, metas y acciones de adaptación

La integración de la perspectiva de género y la valorización del conocimiento indígena, tradicional y local son fundamentales para desarrollar respuestas inclusivas y equitativas frente a los desafíos climáticos.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático toma los mandatos de la LMCC y la ECLP, y en sus lineamientos agrega una perspectiva de género interseccional en las políticas de adaptación, identificando desigualdades estructurales que actúan como barreras o capacidades. Este enfoque permite adaptar las políticas para mejorar la resiliencia y reducir desigualdades en diversos contextos, asegurando que los planes de adaptación respondan a las necesidades de cada grupo y promuevan justicia climática y equidad. La figura muestra esta expresión de interseccionalidad del Plan Nacional (MMA, 2024a).

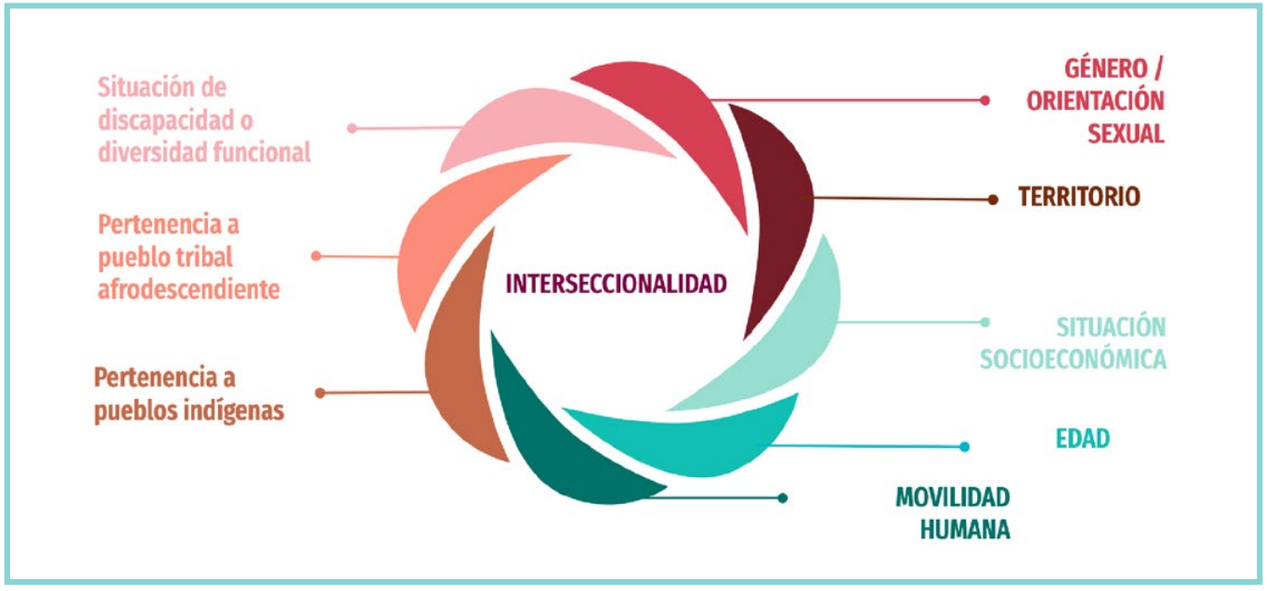


Figura 26. Expresión de interseccionalidad de los lineamientos para el análisis de vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático con enfoque de género interseccional y consideración de grupos vulnerables del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Fuente: MMA (2024a).

Este enfoque va más allá de ver la vulnerabilidad como debilidad, valorando también la capacidad de resiliencia y agencia de estos grupos, integrando sus conocimientos y experiencias. Para asegurar una adaptación inclusiva y efectiva en el diseño de medidas de adaptación se debe considerar facilitar participación inclusiva de grupos interseccionales, comunicar de forma no sexista en todas las etapas, y diseñar medidas adaptativas con indicadores de género interseccionales que guíen todo el proceso (MMA, 2024a).

Esto se traduce en el anteproyecto del Plan Nacional en las siguientes medidas relacionadas a Genero, Inclusión Social y Justicia Climática (MMA, 2024a):

- Aumentar el conocimiento de la resiliencia y de los impactos y riesgos de grupos vulnerables.
- Implementar los lineamientos transversales del PNACC para fortalecer las capacidades de adaptación y la resiliencia.
- Sensibilizar y educar a la población respecto de los impactos, adaptación y resiliencia al cambio climático, específicamente bajo la acción A2.
- Renovar e implementar la oferta de capacitación de adaptación al cambio climático, integrando perspectiva de género, a través de la academia Adriana Hoffmann.

Este enfoque tiene como objetivo impulsar medidas integrales para prevenir y abordar las vulnerabilidades sociales de mujeres, personas mayores, niños, niñas, adolescentes y jóvenes (NNAJ), personas con discapacidad, pueblos indígenas (PPII) y población migrante. El PLACC mandata que los Planes Sectoriales de Adaptación también deben incluir esta perspectiva, lo que se visibiliza en las actualizaciones de los anteproyectos de dichos planes sectoriales.

Respecto a la valorización del conocimiento indígena, tradicional y local, el Anteproyecto del PNACC también toma un rol protagónico en la incorporación de esta materia en la elaboración de su contenido. Este plan consideró un estudio de vulnerabilidad al cambio climático para diez pueblos indígenas en el cual se incluyó la ejecución de 20 talleres que permitieron la definición de propuestas.

Por su parte, los Anteproyecto del plan del Sector Silvoagropecuario (2024) y el del Sector Pesca y Acuicultura (2024) incorporan este enfoque de conocimiento indígena por medio de la distinción de los saberes ancestrales, los conocimientos y prácticas de los pueblos indígenas, de las mujeres campesinas y recolectoras, y de las comunidades costeras y pescadores artesanales, rescatando el conocimiento que promueven en pos de la resiliencia de los servicios ecosistémicos. En este contexto, proyectos como la "Difusión de la Huerta Mapuche y Biodiversidad Cultivada como estrategia frente al Cambio Climático" (CONADI, 2021), lideradas por la Unidad de Medio Ambiente de la Subdirección Nacional Sur de CONADI y el estudio "Enfoque territorial para la conservación y puesta en valor de los bosques de pantano del Estero Pucopío y la Laguna Trinidad", ejecutado por la Universidad de Los Lagos en convenio con CONADI (Universidad de Los Lagos, 2021), reflejan esfuerzos concretos por integrar y aplicar conocimientos indígenas en la adaptación al cambio climático. Así mismo, la Estrategia Nacional de Biodiversidad y el Plan Nacional de Restauración de Paisajes y Ecosistemas (2019-2030) también incorporan la perspectiva de género y la valorización del conocimiento local e indígena en las metas de conservación de la biodiversidad y en las acciones de restauración de paisajes (Ministerio de Agricultura *et al.,* 2021).

Por último, es importante destacar que el conocimiento indígena, tradicional, local y la perspectiva de género han sido integrados en diversas políticas, planes, programas, normas y acciones a través de la participación activa de la comunidad. Tal como lo establece la LMCC, la participación ciudadana es un principio fundamental en la gestión climática en Chile. Esta ley obliga a las autoridades a garantizar procesos participativos en la elaboración, revisión y actualización de los instrumentos de gestión de cambio climático, asegurando que la voz de la ciudadanía sea incorporada.

Adicionalmente, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV 2017-2025) (CONAF, 2017) incorporó el diálogo y la participación indígena a través de talleres regionales en los que los Pueblos Indígenas del país revisaron y validaron las actividades y medidas de acción contempladas en la estrategia. De igual manera, el Anteproyecto del PACC del Sector de Recursos Hídricos (Dirección General de Aguas [DGA], 2024) destacó por su enfoque inclusivo, especialmente a través de talleres específicos con mujeres rurales y la participación diferenciada de los 11 pueblos indígenas del país.

4.4.4 Acciones de adaptación y/o planes de diversificación económica que conducen a co-beneficios de mitigación

Chile ha avanzado de manera significativa en la implementación de medidas de adaptación al cambio climático a través de sus planes sectoriales. Algunas de estas medidas no solo buscan enfrentar las vulnerabilidades del país ante fenómenos climáticos extremos, sino que también generan importantes co-beneficios en términos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Un ejemplo de este tipo de sinergia es la promoción de energías renovables no convencionales, la eficiencia energética, la medición y la gestión de la huella de carbono en la infraestructura

pública del MOP (Línea de acción N°5 del Plan de Adaptación para el sector de Infraestructura). Esta medida no solo reduce la demanda energética en un contexto de variabilidad climática, sino que también disminuye la cantidad de energía producida a partir de fuentes fósiles, contribuyendo a la mitigación de las emisiones de GEI. Otro ejemplo de esta sinergia es la integración de los impactos del cambio climático en la planificación de las políticas, planes y la legislación/regulaciones existentes en materia energética (medida N°13 del Plan de Adaptación de Energía) y promover la generación distribuida de energía (medida N°4 del Plan de Adaptación para el sector Energía), lo cual no solo reduce la vulnerabilidad energética de las comunidades ante eventos climáticos, sino que también desplaza el uso de combustibles fósiles.

Este enfoque integrado permite no solo un aumento de la resiliencia frente a los efectos del cambio climático, sino también un avance hacia las metas de carbono neutralidad al reducir de forma directa o indirecta las emisiones del país. Las medidas identificadas en los planes sectoriales de adaptación, con co-beneficios en mitigación, ofrecen una visión clara de cómo es posible alinear las agendas de adaptación y mitigación para enfrentar los retos del cambio climático de manera eficiente y sostenible.

En este contexto, la siguiente tabla detalla las principales medidas de adaptación desarrolladas en diferentes sectores de la economía chilena, destacando sus co-beneficios de mitigación.

Foto: Bryan Contreras

Tabla 23. Medidas de adaptación en sectores de la economía chilena y sus co-beneficios de mitigación.

Documento de referencia	Medida Adaptación	Año	Responsables	Co-beneficio de mitigación
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático - MOP	Incorporación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en la infraestructura pública MOP.	2021	MMA y las Direcciones Ejecutoras (DV-DOH-DAP-DOP-DA)	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero al integrar energías limpias y renovables.
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático - MOP	Incorporación de eficiencia energética y confort ambiental en la edificación pública.	2021 en adelante	Dirección de Arquitectura del MOP	Reducción del consumo energético y emisiones de GEI en edificios públicos.
Plan de Adaptación Energía	Generación distribuida para resiliencia: Evaluación técnica y normativa de la red de distribución eléctrica para mejorar la resiliencia.	2020-2021	Ministerio de Energía, CNE, SEC	Incremento de la capacidad de adaptación del sistema eléctrico a eventos climáticos extremos, lo cual también optimiza la eficiencia energética al reducir pérdidas en la red y por ende reduciendo emisiones por unidad de energía producida.
Plan de Adaptación Energía	Estudio de riesgo en infraestructura de transporte energético: Definir infraestructura vulnerable al cambio climático y desarrollar medidas de adaptación.	2020	Ministerio de Energía, sector privado	Mejora en la seguridad y continuidad del suministro energético, reduciendo la necesidad de reconstrucción frecuente y minimizando emisiones asociadas al transporte y distribución de energía.
Plan de adaptación al cambio climático para el sector energía (2018-2023)	Gestión de la demanda y mejoramiento de la medición del consumo y suministro eléctrico.	2020	Ministerio de Energía (MEN), CNE, SEC	Reducción de emisiones por la optimización del consumo energético.
Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Sector Infraestructura	Fomento del uso de energía solar en residencias para agua caliente sanitaria.	2025-2030	Ministerio de Energía	Diversificación de la matriz energética, reducción de dependencia de combustibles fósiles.
Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Sector Infraestructura	Auditorías energéticas y diseño de proyectos para la implementación de medidas de eficiencia energética y sostenibilidad en edificaciones públicas.	2025-2030	Ministerio de Energía	Mejora en la eficiencia energética y reducción de emisiones de CO_2 en edificaciones públicas.

Continuación tabla 23

Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura 2024-2028	Implementación de áreas de manejo y conservación de recursos bentónicos (AMERB) para la pesca artesanal.	2024-2028	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	Protección de ecosistemas marinos y captura de carbono en bentos marinos.
Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura 2024-2028	Fortalecimiento de capacidades en comunidades pesqueras para la gestión sostenible de recursos costeros.	2024-2028	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	Reducción de emisiones al mejorar la sostenibilidad en la extracción de recursos pesqueros.
Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura 2024-2028	Promoción de tecnologías limpias en la acuicultura de pequeña escala.	2024-2028	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	Reducción del uso de combustibles fósiles en actividades acuícolas.
Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura 2024-2028	Incorporación de criterios de cambio climático en la planificación de la infraestructura portuaria pesquera.	2024-2028	Ministerio de Obras Públicas, SUBPESCA	Reducción de emisiones indirectas al optimizar la infraestructura y mejorar la eficiencia energética.
Anteproyecto Actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Salud 2024	Promoción de la alimentación saludable y sostenible.	2024	Departamento de Promoción y Participación Ciudadana de la DIPOL	Reducción de emisiones de GEI derivadas del desperdicio de alimentos.
Anteproyecto Actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Salud 2024	Desarrollo de plan de respuesta de la red asistencial a olas de calor.	2024	DIGERA y DIVAP	Reducción del uso de energía debido a mejoras en la eficiencia energética de hospitales.
Anteproyecto Actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Salud 2024	Implementación de metodologías para diagnosticar vulnerabilidades en provisiones de agua.	2023-2025	Departamento de Salud Ambiental	Reducción de emisiones indirectas asociadas al uso de recursos hídricos en situaciones extremas de escasez hídrica.
Estrategia Climática de Largo Plazo Componente de Adaptación	Implementación de medidas de eficiencia energética en sectores industriales.	2021-2025	Ministerio de Energía	Reducción de emisiones de CO_2 al mejorar la eficiencia energética en industrias clave.
Estrategia Climática de Largo Plazo Componente de Adaptación	Promoción de la infraestructura verde en áreas urbanas.	2022-2026	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Disminución de la temperatura urbana y captura de carbono en áreas verdes.
Estrategia Climática de Largo Plazo Componente de Adaptación	Fortalecimiento de la gestión integrada de cuencas hidrográficas.	2023-2027	Ministerio de Obras Públicas	Reducción en el uso de energía para el transporte y tratamiento de agua, mejorando la seguridad hídrica e indirectamente afectando las emisiones de GEI.
Plan nacional de adaptación al cambio climático sector silvoagropecuario	Promover la conservación y restauración de ecosistemas naturales que sostienen los sistemas productivos silvoagropecuarios.	2024	ODEPA	Captura de carbono en ecosistemas restaurados como bosques y humedales.
Plan nacional de adaptación al cambio climático sector silvoagropecuario	Extender y optimizar los sistemas de información y gestión de riesgos agrometeorológicos.	2025	ODEPA	Reducción de emisiones al optimizar la planificación y evitar la sobreexplotación de recursos.
Plan nacional de adaptación al cambio climático sector silvoagropecuario	Prevenir y controlar la degradación del suelo para la adaptación al cambio climático.	2024	ODEPA	Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al evitar la degradación y erosión del suelo.
Plan nacional de adaptación al cambio climático sector silvoagropecuario	Incorporar prácticas de manejo silvoagropecuario adaptadas al cambio climático.	2024	ODEPA	Mejora de la captura de carbono a través de prácticas agroecológicas.
Anteproyecto de Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Fortalecer la participación de las comunidades en la planificación resiliente de paisajes de conservación, acorde a la Ley N° 21.600.	2020	MMA	Construcción de resiliencia climática en ecosistemas con función de reservorio y sumideros de carbono.
Anteproyecto de Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Promover la conservación de turberas y sus servicios ecosistémicos, así como su rol de mitigación y adaptación al cambio climático.	2020	MMA	Conservación y restauración de turberas como sumideros de carbono.

Continuación tabla 23

Anteproyecto de Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Caracterizar los co-beneficios entre la conservación de la biodiversidad y la función de captura de carbono en las áreas marinas protegidas.	2021	MMA	Identificación y promoción de áreas marinas como sumideros de carbono.
Anteproyecto de Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Incorporar prácticas sostenibles y criterios en planes de manejo de extracción de cubierta vegetal en turberas que contribuyan a mantener la resiliencia climática.	2021	MMA	Reducción de emisiones a través de la conservación de la cobertura vegetal.
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022	Medida de innovación tecnológica aplicada a infraestructura hidráulica para mitigar y adaptarse a eventos climáticos extremos.	2022	Dirección General de Obras Públicas (DGOP), Ministerio de Obras Públicas (MOP)	Reducción de GEI al implementar nuevas tecnologías que reducen el uso de energía en la operación de infraestructura hidráulica.
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022	Implementación de infraestructura resiliente ante eventos climáticos extremos en sistemas de riego extraprediales.	2021	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), MOP	Disminución del uso de energía al mejorar la eficiencia hídrica en riego, reduciendo las emisiones indirectas.
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022	Infraestructura verde en zonas urbanas (parques y techos verdes).	2020	Dirección de Arquitectura, MOP	Absorción de CO_2 al aumentar la vegetación en entornos urbanos, mejorando la calidad del aire y reduciendo el efecto isla de calor.
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022	Construcción de embalses multipropósito considerando el impacto del cambio climático.	2022	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), MOP	Reducción de emisiones mediante la mejora en la gestión hídrica y la eficiencia energética en las infraestructuras de almacenamiento de agua y posible descarbonización de la matriz energética.

Fuente: elaboración propia a partir de los informes de planes sectoriales de adaptación al cambio climático citados en el capítulo de Referencias.

4.4.5 Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la adaptación al cambio climático

La LMCC define las SbN como "acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que abordan desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica o el riesgo de desastres, de manera eficaz y adaptativa, al mismo tiempo que proporcionan beneficios para el desarrollo sustentable y la biodiversidad".

La definición de SbN en la LMCC es un avance significativo en los compromisos internacionales de Chile, proporcionando un marco legal claro y asegurando una aplicación coherente y efectiva en todo el país. Esto facilita su integración en las políticas públicas y en los planes nacionales y sectoriales de adaptación y mitigación, asegurando financiamiento y recursos necesarios, y promoviendo proyectos ambientales que no solo mitigan el cambio climático, sino que también benefician al bienestar humano y la biodiversidad.

La LMCC también instruye que la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Contribución Determinada a nivel Nacional y los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas deben incorporar SbN. La ECLP presenta metas y objetivos sectoriales relacionados con SbN, como la restauración de humedales, la reforestación urbana y la infraestructura verde, contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático, y mejorando la seguridad hídrica y los co-beneficios sociales y ambientales; y resalta las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) como acciones clave para proteger, gestionar y restaurar ecosistemas, abordando desafíos como el cambio climático y la seguridad alimentaria, mientras se promueve el desarrollo sostenible. Chile prioriza su incorporación en políticas y planes climáticos a nivel local y sectorial, ya que son soluciones costo-efectivas para reducir emisiones, capturar carbono y generar beneficios ecosistémicos. Los lineamientos incluyen la mejora de marcos regulatorios, gestión integrada de recursos, educación ambiental y protección de áreas naturales.

Para facilitar la implementación de las SbN se desarrolló el documento Lineamientos para la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático en Chile como base para una guía de lineamientos que se está desarrollando en el marco del PNACC. La guía propone pasos en detalle para integrar SbN en políticas públicas, planes sectoriales y de seguridad hídrica y establece principios clave para su implementación, como la equidad, el enfoque inclusivo y la evaluación costo-beneficio.

Por otro lado, el documento *Soluciones Basadas en la Naturaleza para Chile*, publicado por *The Nature Conservancy* con apoyo del Ministerio del Medio Ambiente, sintetiza los resultados del proyecto encargado al Centro UC de Cambio Global. Su objetivo es diseñar una estrategia para evaluar el potencial de las SbN como una solución eficaz para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Chile. El informe identifica SbN con alto potencial, evalúa su impacto en la reducción de GEI y secuestro de carbono, y analiza sus co-beneficios en biodiversidad, agua, aire, suelo, y componentes sociales, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Estos avances han pavimentado el camino para que Chile cuente con varios proyectos de SbN. Ejemplos incluyen infraestructuras verdes en Santiago, el Parque Humedal Baquedano en Llanquihue, el Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S).

En términos de seguridad hídrica, las SbN como la Restauración de Cuencas Hidrográficas en la Región del Maule y la Conservación de Humedales Altoandinos en la Región de Atacama, mejoran la resiliencia de sistemas hídricos mediante la integración de infraestructura verde y tradicional, promoviendo la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas. Estos proyectos destacan cómo las SbN pueden proporcionar co-beneficios sociales, ambientales y económicos, mejorando la calidad de vida y la resiliencia climática en diversas comunidades chilenas.

En el sector silvoagropecuario se han implementado SbN como el Programa de Restauración Hidrológica y Forestal en Microcuencas de Zonas Rezagadas (PRHFMZR) en la Región de Coquimbo para mejorar la gestión del suelo y el agua, con la inclusión de SbN en proyectos de bonificación y programas para la recuperación de suelos degradados, aumentando la productividad y conservando la biodiversidad.

La recuperación y conservación de bofedales en las vegas altoandinas de Tarapacá incluye la descontaminación de aguas, la recarga de napas, la revegetación con especies nativas y la eliminación de especies exóticas. Estos esfuerzos contribuyen a la regulación hídrica, la prevención de inundaciones y sequías y la captura de carbono. El proyecto del Parque Kaukari en Copiapó combina infraestructura verde y gris para gestionar riesgos climáticos y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En resumen, aunque se han implementado numerosas SbN en Chile, muchas de ellas no han sido adecuadamente documentadas, lo que hace que la sistematización de los esfuerzos y la centralización de la información sigan siendo un desafío pendiente. A continuación, se presenta una tabla resumen con algunas de las iniciativas de SbN en Chile, junto con sus respectivos documentos de referencia.

Tabla 24. Evidencia de soluciones basadas en la naturaleza aplicadas en chile.

Documento	Nombre de la SbN	Descripción de la SbN
PACC Ciudades ene 2018	Parque Metropolitano Cerro Calán en Santiago	Restauración y conservación del área verde del Cerro Calán, promoviendo la biodiversidad y ofreciendo un espacio recreativo y educativo para la comunidad.
PACC Ciudades ene 2018	Proyectos de Infraestructura Verde en Valdivia	Construcción de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales y la mejora de la calidad del agua.
PACC Ministerio de Obras Públicas	Restauración de Cuencas Hidrográficas en la Región del Maule	Programas de reforestación con especies nativas y construcción de zanjas de infiltración para mejorar la recarga de acuíferos.
PACC Ministerio de Obras Públicas	Proyecto de Infraestructura Verde en el Río Mapocho	Creación de parques lineales y áreas de esparcimiento a lo largo del río.
PACC Salud	Programa de Árboles Urbanos en Santiago	Plantación de árboles en zonas urbanas para reducir la contaminación del aire.
PACC Salud	Humedales Urbanos en Concepción	Restauración y conservación de humedales urbanos.
PACC Pesca y Acuicultura	Manejo Sostenible de Zonas Costeras en Los Lagos	Creación de áreas marinas protegidas y prácticas de pesca sostenible.
PACC Pesca y Acuicultura	Restauración de Bosques de Kelp en la Región de Aysén	Programas de restauración y conservación de bosques de kelp.
PACC Biodiversidad	Restauración de Ecosistemas de Altas Montañas en la Región de Tarapacá	Reforestación con especies nativas y control de especies invasoras.
PACC Biodiversidad	Conservación de Humedales Altoandinos en la Región de Atacama	Programas de protección y restauración de humedales altoandinos.
PACC Silvoagropecuario	Manejo Sostenible de Suelos en la Región de Biobío	Prácticas de agricultura de conservación y uso de cubiertas vegetales.
PACC- Silvoagropecuario	Agroforestería en la Región de La Araucanía	Integración de árboles en sistemas agrícolas para mejorar la productividad y la biodiversidad.
MMA, 2023	Parque Humedal Baquedano en Llanquihue	Recuperación de humedales urbanos mediante la participación comunitaria, la limpieza, el reciclaje y la restauración ecológica.

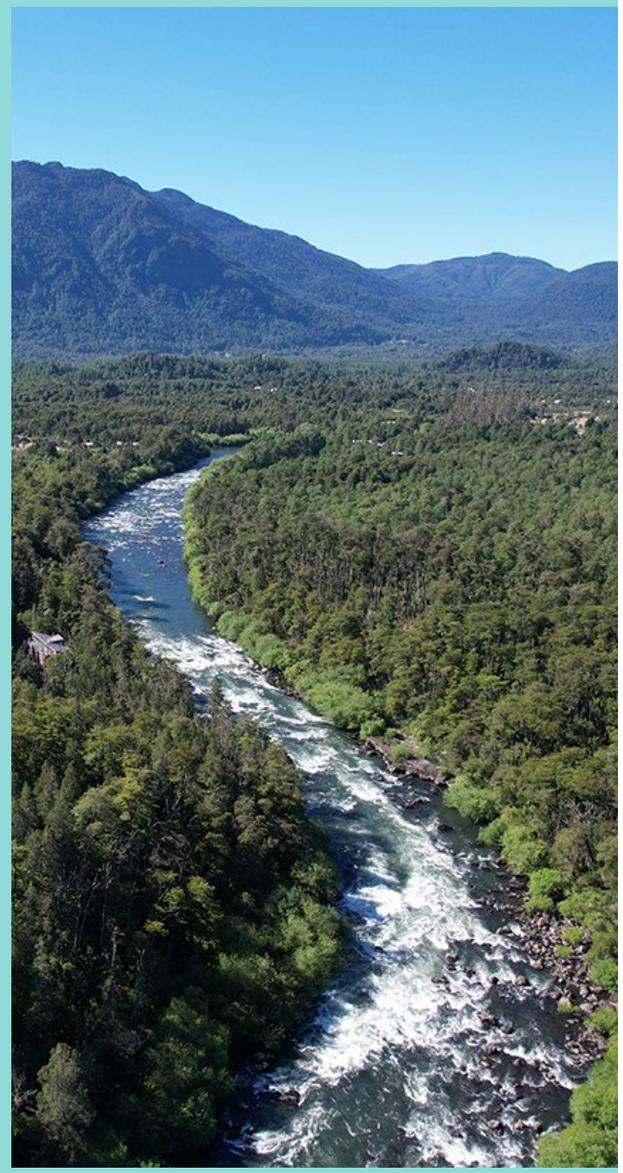


Foto: Tomás Gómez

Continuación tabla 24

MMA, 2023	Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S)	Promueve la recuperación y sostenibilidad de los suelos agropecuarios a través de prácticas como la aplicación de guanos, compost, abono verde, enmiendas calcáreas, manejo de rastrojos y cero labranzas.
MMA, 2023	Programa de Restauración Hidrológica y Forestal en Microcuencas de Zonas Rezagadas (PRHFMZR) en laRegión de Coquimbo	Incrementar la captación de aguas lluvias y su uso productivo, evitando la erosión hídrica y recuperando la vegetación local mediante zanjas de infiltración, muretes y diques.
MMA, 2023	Proyecto del Parque Kaukari en Copiapó	Combina infraestructura verde y gris para contener crecidas del río y proporcionar un espacio público peatonal, mejorando la gestión de riesgos climáticos y la calidad de vida de los habitantes.
MMA, 2023	Recuperación y conservación de bofedales en las vegas altoandinas de Tarapacá	Descontaminación de aguas, recarga de napas, revegetación con especies nativas y eliminación de especies exóticas, contribuyendo a la regulación hídrica, prevención de inundaciones y sequías, y captura de carbono.

Fuente: MMA (2023).

4.4.6 Implicación de los interesados, incluidos los planes, prioridades, acciones y programas de los ámbitos sub-nacional y comunitario y del sector privado

Diversas entidades de la sociedad civil, incluyendo el sector privado y la academia, están realizando acciones e iniciativas de adaptación en diferentes temáticas, tales como iniciativas de gestión, coordinación, regulación, investigación y/o colaboración entre diversos actores, así como respuestas específicas orientadas a mejorar la disponibilidad de información, el conocimiento y la capacidad de adaptación ante los desafíos del cambio climático. Además, se han llevado a cabo acciones directas en territorios, ecosistemas, comunidades y actividades económicas para reducir riesgos y aumentar la resiliencia frente a los impactos climáticos.

La caracterización y análisis de estas acciones se presentan a continuación, organizados por tipo de actor.

4.4.6.1 Empresas

La participación de las empresas en la adaptación al cambio climático es crucial no solo para reducir su vulnerabilidad ante los riesgos climáticos, sino también para garantizar su sostenibilidad y contribuir al bienestar social y ambiental. Las iniciativas de adaptación al cambio climático permiten que las empresas se preparen para los desafíos que trae consigo un clima cambiante, tales como el aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos, cambios en la disponibilidad de recursos naturales y nuevas regulaciones gubernamentales.

Al incluir iniciativas de adaptación climática, las empresas pueden disminuir riesgos, aprovechar nuevas oportunidades y ejercer una influencia positiva en la sociedad y el medio ambiente. A continuación, se presentan las iniciativas reportadas por las empresas con sus respectivos objetivos.

Tabla 25. Iniciativas reportadas por empresas.

Empresa	Iniciativa	Objetivo
Anglo American	Actualización de modelos de cambio climático para evaluación de riesgos físicos climáticos operacionales en áreas productivas.	Actualizar los estudios de riesgos físicos climáticos a los que se encuentran afectas las infraestructuras productivas, y a partir de ello analizar las inversiones necesarias para su resguardo y resiliencia frente a los efectos del cambio climático.
Aguas Andinas	Estanques de Pirque	Aumentar autonomía del sistema de agua potable de santiago de 12 horas a 36 horas aproximadamente.
Bupa Chile	Desarrollar investigación asociada a los efectos de las temperaturas (en especial calor) en la salud de las personas en la Región Metropolitana, en especial efectos no letales (mortalidad) sino en atenciones ambulatorias.	Generar información pública sobre los efectos concretos de los episodios de calor en la población, que permita la elaboración de políticas públicas y la adaptación de los sistemas de salud, tanto públicos como privados.
Vinos de Chile AG	Proyecto Cambio Climático y Agricultura Regenerativa.	Contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector agrícola, a través del cierre de brechas relacionadas a la descarbonización, baja eficiencia en el uso de los recursos y falta de adicionalidad tecnológica, a través del desarrollo de herramientas agroclimáticas y de agricultura regenerativa, que fortalezcan la gestión de las empresas.
Antofagasta Minerals	Puesta en marcha de su proyecto de Infraestructura Complementaria (INCO) que incluye la primera planta desalinizadora en la zona central del país para la minería. Dentro de sus obras centrales, INCO considera una planta desalinizadora de osmosis inversa de 400 l/s de capacidad de agua de calidad industrial, obras marinas de captación de agua de mar y descarga de salmuera.	La disponibilidad hídrica es una de las preocupaciones clave del cambio climático, en especial en las regiones áridas o afectadas por una fuerte sequía donde se ubican nuestras operaciones.
CMPC	Programa CMPC Reconstruye-Restaura	Reducir los daños generados por los incendios que ocurrieron en la temporada 2022-2023 en el mundo rural, con foco especial en asegurar y fortalecer el acceso al agua de las comunidades vecinas, potenciar la reactivación económica de las familias campesinas y emprendedores, y el cuidado de la biodiversidad.
	Creación de un corredor biológico y de biodiversidad, llamado Corredor del Pitao	Esta ruta establecida conectará áreas de Alto Valor de Conservación de la Compañía con áreas de protección y conservación propias y de terceros, lo que servirá como una carretera verde para el tránsito de la fauna local con flora nativa, y una zona buffer que también busca proteger a zonas urbanas de posibles incendios como los ocurridos en la temporada 2022-2023.

Fuente: elaboración propia a partir de formularios de información (2024).

4.4.6.2 Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Según lo reportado por las ONG a través de los formularios de información indican que en la Región Metropolitana de Santiago se están ejecutando diversas iniciativas de adaptación al cambio climático con un enfoque en la restauración ecológica y la sostenibilidad comunitaria. Por ejemplo, el Centro de Desarrollo Social y Ambiental Bosquihuerta Quimey lleva a cabo dos proyectos clave: (1) El Piloto de producción agroecológica y rehabilitación ecológica, que busca transformar un cerro isla en un parque público rehabilitado mediante la revegetación de suelos degradados, ofreciendo una solución demostrativa escalable que involucra a la comunidad local, fundaciones y actores del sector público; y (2) el Ecobarrio Palmeras IV, que busca mejorar la resiliencia de un barrio en San Bernardo mediante soluciones basadas en la naturaleza y la educación ambiental, el cual trabaja en colaboración directa con el Gobierno Regional de la Región Metropolitana y el municipio local.

Por otro lado, The Nature Conservancy está liderando un proyecto de restauración de humedales altoandinos en la cuenca del río Maipo. Esta iniciativa incluye la implementación de obras de restauración y monitoreo de las napas subterráneas y caudales durante un período de 10 años, con el objetivo de mejorar la seguridad hídrica de la cuenca y escalar el proyecto en el futuro.

Así, ambos proyectos responden a la necesidad urgente de regenerar los ecosistemas, mejorar la resiliencia frente al cambio climático y fortalecer el tejido social a través de la participación comunitaria.

4.4.6.3 Academia

La academia juega un rol crucial en la adaptación al cambio climático, generando investigaciones que ofrecen conocimientos fundamentales para comprender los impactos del cambio climático y desarrollar soluciones efectivas. A través de estudios interdisciplinarios, las universidades y centros de investigación proporcionan datos y herramientas que apoyan a las comunidades, gobiernos y sectores productivos en la implementación de estrategias adaptativas. La colaboración entre la academia y otros actores permite transformar el conocimiento científico en acciones concretas, fortaleciendo la resiliencia y capacidad de respuesta frente a los desafíos climáticos.

A continuación, se describen algunos proyectos de investigación desarrollados para contribuir con la adaptación al cambio climático (ver Tabla 26).

Para conocer otros proyectos e iniciativas de investigación que contribuyan con la adaptación al cambio climático, remítase al capítulo Otra Información Relevante.

Tabla 26. Iniciativas reportadas por la Academia.

Institución	Iniciativa
Universidad de Chile	Estudio de las capacidades de gestión adaptativa en organizaciones de usuarios de agua en Chile Central
	Estudio de atribución y balance hídrico de la laguna Aculeo
	Estudio de las necesidades de riego en áreas verdes
	Modelación de servicios ecosistémicos y cambio climático en bosques mediterráneos
	Estudio de valores plurales en la cuenca del río Huasco
	Levantamiento de mapa de riesgos coincidente con el estudio del PRC
Universidad de Aysén	Estudio de procesos de degradación de ecosistemas terrestres en un contexto de cambio climático (bosques y estepa)
Centro Investigación ecosistemas de la Patagonia (CIEP)	Proyecto PATSER (Ecosystem, Climate change and Socio-environmental linkages along the continental-ocean continuum; Long-term socio-ecological reserach in Patagonia)
	Proyecto semilla PATSER: "Impacto de la explotación de los bancos naturales de mitílidos por la pesquería de jaiba marmola en la Patagonia centro-occidental y evaluación de medidas de restauración por medio de la tecnología Biorock"

Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos.

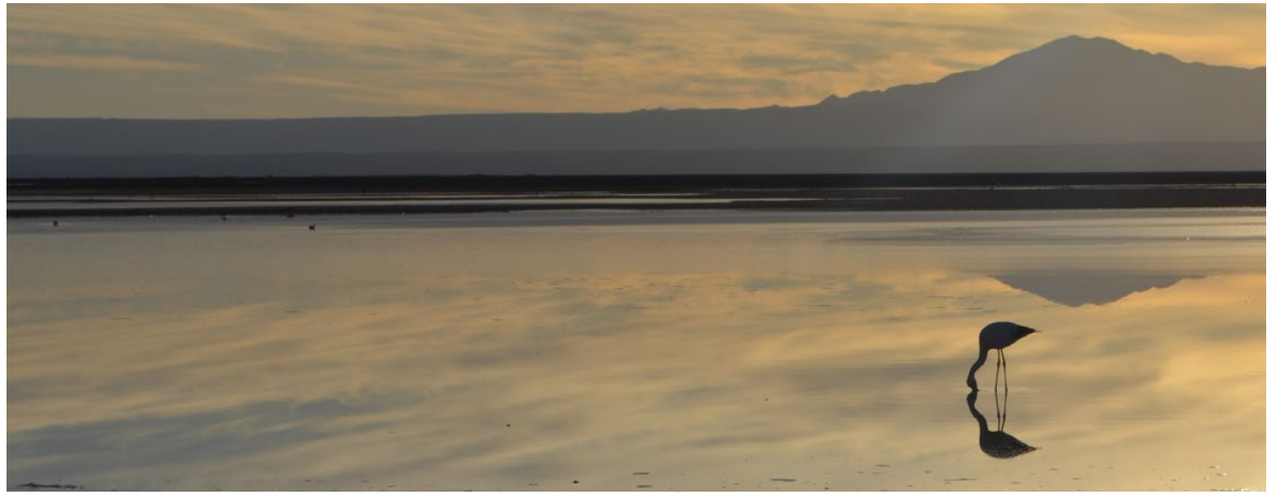


Foto: Micaela Jara Forray

4.5 PROGRESO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ADAPTACIÓN

Progreso en la implementación de los anteriores Planes de Adaptación sectorialesEl Octavo Reporte del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (Ministerio de Medio Ambiente (MMA), 2024) informa sobre el progreso alcanzado hasta diciembre de 2022 en la implementación de sus medidas y de los planes sectoriales aprobados previo a la LMCC de 2022. El PNACC alcanzó un 83% de avance en su implementación y durante el año 2022 se inició su actualización. A su vez, los ministerios de Salud, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Energía y Medio Ambiente, así como las subsecretarías de Pesca y Acuicultura y de Turismo, reportaron información clave sobre el estado de avance de las medidas establecidas en sus planes sectoriales.

Respecto al Plan de adaptación al cambio climático para el sector Silvoagropecuario (aprobado en 2013), se reporta un 84% de avance del total de 21 medidas que lo integraban y que estaban centradas, principalmente, en la gestión del agua, , en la investigación, en la información y creación de capacidades, en la gestión de riesgos y seguros agrícolas, y en la gestión forestal. Algunas barreras que afectaron alcanzar el 100 % en su implementación fueron la falta de un plan de inversión y una estrategia específica para la movilización de recursos, la falta de líneas base, indicadores y metas; y la escaza participación de las actorías involucradas a lo largo de todo el proceso, desde el diseño hasta su implementación.

En relación con el Plan de adaptación al cambio climático en Biodiversidad, iniciado el 2014 y desde el año 2022 en proceso de actualización, se reporta un avance promedio de 81% en sus 50 medidas hasta el mismo año. Entre las medidas implementadas exitosamente se encuentran la red nacional de monitoreo de la biodiversidad, el uso de humedales como indicadores de la salud de cuencas hidrográficas, el desarrollo de material educativo sobre biodiversidad y cambio climático, entre otras. Sin embargo, algunas iniciativas quedaron incompletas, como la inclusión de la adaptación al cambio climático en las Estrategias Regionales y Nacional de Biodiversidad y el desarrollo del Sistema Regional de Áreas Protegidas, ambas con un 50% de avance. Además, el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas solo alcanzó un 38% y la conservación *ex situ* de fauna progresó un 50%.

En 2021, se realizó una evaluación externa que identificó barreras como la falta de indicadores de seguimiento y problemas en la planificación de las inversiones, lo que afectó el cumplimiento de varias medidas. El proceso de actualización inició en diciembre de 2021 con financiamiento del Fondo Verde del Clima.

El Plan de adaptación al cambio climático para el sector Pesca y Acuicultura (iniciado el 2015) reportó un avance del 80% hasta diciembre de 2022. Entre las medidas completadas se destacan el fortalecimiento institucional, la creación de comités científicos y de manejo, y la integración del cambio climático en la gestión pesquera. Además, se desarrollaron proyectos de investigación sobre vulnerabilidad climática y riesgos, utilizando herramientas como los Mapas de Riesgo Climático ARClim. Un logro significativo fue el proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático" (2017-2021), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y ejecutado por la FAO, que impulsó prácticas de adaptación en caletas clave a nivel nacional. No obstante, varias medidas quedaron incompletas. La adaptación de la infraestructura portuaria de pesca artesanal avanzó solo un 10%, y la inclusión de áreas acuáticas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas progresó un 50%. La actualización del plan busca retomar estas medidas y superar las barreras identificadas en la implementación, como la falta de coordinación entre instituciones.

En el Plan de adaptación al cambio climático del sector Salud (aprobado el 2016), se reporta un 63% de avance promedio hacia el fin de 2022. El plan contempla 16 medidas, de las cuales 8 se han completado al 100%. Entre las medidas cumplidas se incluyen la creación de una unidad de coordinación ejecutiva para el cambio climático, el desarrollo de estudios predictivos sobre enfermedades vectoriales y zoonóticas, y la educación a poblaciones vulnerables, entre otras. Sin embargo, la crisis sanitaria que afectó al país durante 2022 limitó el avance de otras iniciativas importantes. La proyección de demanda hospitalaria debido al cambio climático no mostró progreso, y la actualización de indicadores ambientales vinculados a eventos climáticos quedó estancada. Asimismo, la evaluación de recursos humanos para enfrentar nuevas demandas solo logró un 17% de avance, entre otras medidas rezagadas.

Por otro lado, para el Plan de adaptación y mitigación de los Servicios de Infraestructura al cambio climático (2017), se reporta un 78% de avance promedio en las medidas respectivas al eje de adaptación. Dicho eje contempla 11 medidas enfocadas en preparar la infraestructura para enfrentar los efectos del cambio climático. Entre las medidas completadas se incluyen la integración del cambio climático en la planificación ministerial y el monitoreo continuo del impacto de obras costeras, entre otras. No obstante, algunas medidas permanecen incompletas. La revisión periódica de obras fluviales y de drenaje y las mejoras en el monitoreo de amenazas costeras no mostraron avances significativos. Tampoco hubo progreso en las mejoras del monitoreo de caudales extremos, lo que subraya la necesidad de fortalecer estas áreas en los próximos años.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático en Energía, aprobado en 2018, reportó un avance promedio del 68% hasta diciembre de 2022. El plan incluye medidas orientadas a fortalecer la resiliencia energética ante los efectos del cambio climático. Entre las acciones completadas se encuentran el análisis del impacto climático en la demanda energética, la implementación de programas de eficiencia energética en el sector público y la coordinación público-privada para impulsar la adaptación al cambio

climático, entre otras. Sin embargo, algunas iniciativas clave quedaron incompletas. El estudio de riesgo para la infraestructura de transporte energético avanzó solo un 33% y la inclusión del análisis climático en la evaluación de proyectos energéticos en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) no registró progreso. Además, el fortalecimiento de la planificación de riesgos ante eventos extremos avanzó apenas un 42%, lo que evidencia desafíos en la ejecución de estas medidas (Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2024).

El Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, aprobado en 2018 y oficializado en 2021, alcanzó un avance promedio del 96% en su implementación hasta 2022. Este plan fue elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), en coordinación con varios ministerios e instituciones, como los de Medio Ambiente, Obras Públicas, Salud, Energía y Transportes, entre otros. Entre las medidas completadas destacan la inclusión del cambio climático en los planes reguladores y el fomento de infraestructura verde en áreas urbanas y periurbanas, entre otras (Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2024). A pesar del elevado avance, algunas medidas permanecen pendientes. La actualización de criterios de diseño para infraestructura urbana alcanzó solo un 70% de progreso, mientras que la evaluación del impacto climático en los servicios de transporte urbano quedó sin completar. Además, la integración de riesgos climáticos en los planes de desarrollo comunal presentó algunos rezagos, reflejando desafíos que aún requieren atención.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Turismo, iniciado en 2020, alcanzó un avance promedio del 45% en su tercer año de implementación hasta 2022. La Subsecretaría de Turismo informó sobre el estado de avance de las 21 medidas del plan, enfocadas en fortalecer la resiliencia del sector ante los efectos del cambio climático. Entre las medidas completadas se encuentran la promoción del turismo sustentable y la capacitación de operadores turísticos en prácticas de adaptación, entre otras. Ahora bien, algunas iniciativas aún no se han implementado por completo. La incorporación de criterios climáticos en el desarrollo de destinos turísticos mostró avances limitados y la evaluación del impacto climático en las áreas protegidas con vocación turística quedó pendiente. Además, las estrategias de promoción de destinos turísticos resilientes avanzaron menos de lo esperado, evidenciando la necesidad de mayor planificación y coordinación (Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2024).

Para sintetizar el avance logrado en el PNACC y en los PACC sectoriales, ver Figura 27.

En síntesis, se puede concluir que la mayoría de los PACC sectoriales lograron un buen desempeño en el cumplimiento de sus metas y que los que se visualizan con un porcentaje menor, en su mayoría son justificados por haberse iniciado en una fecha de inicio de su implementación muy cercana a la fecha del reporte (2022) y que, luego de ello, comenzaron su actualización para cumplir con lo dispuesto en la LMCC.

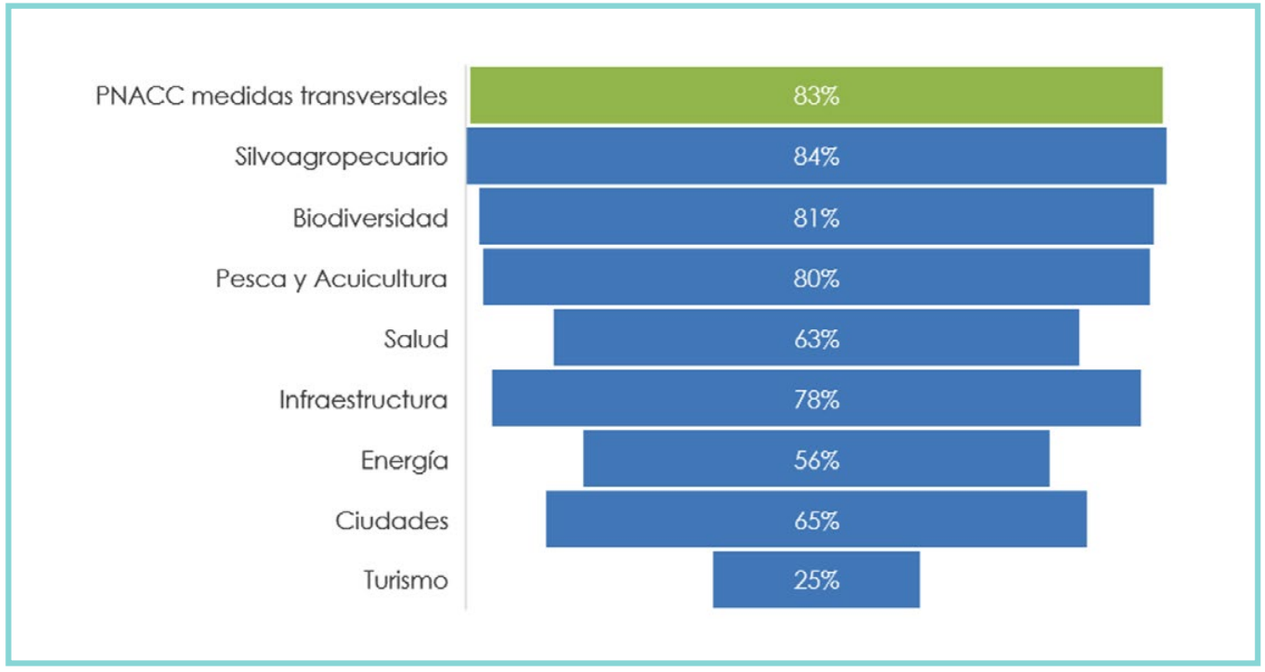


Figura 27. Síntesis de avance logrado en el PNACC y los PACC sectoriales.
Fuente: MMA (2024a).

4.5.2 Implementación de acciones de adaptación identificadas en el componente de adaptación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC)

En la Tabla 27 se presentan los compromisos establecidos en el componente de adaptación de la NDC de Chile de 2020 y los avances que se han logrado a la fecha. Cabe destacar que todos los compromisos han registrado avances en su implementación.

Los compromisos relativos a instrumentos de cambio climático (A2 y A3), que incluyen el Plan Nacional de Adaptación, los Planes Sectoriales y los Planes de Acción Regional han tenido que ajustarse a las disposiciones que estableció la LMCC y, por lo tanto, cumplir con los contenidos, los plazos y procesos para su elaboración o actualización, según sea el caso de cada plan, por lo que sus posteriores actualizaciones se seguirán rigiendo por dicho marco legal.

A continiación, la tabla siguiente resume los avanzas de cada uno de los compromnisoso de la NDC:

Tabla 27. Avances en la implementación del componente de adaptación de la NDC de Chile 2020.

Contribución NDC Componente Adaptación	Implementación
A1. Al 2021 se habrá definido el objetivo, alcance, metas y los elementos que conformarán el componente de adaptación en la Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile, realizando un proceso participativo en el que se incorporará a diversos actores en distintas escalas territoriales.	Compromiso cumplido. La ECLP se construyó mediante un proceso participativo, definiendo objetivo, metas y alcance en torno a adaptación y fue presentada a la CMNUCC en 2021.
A2. Se fortalecerá la coordinación de la acción climática en adaptación a escala nacional, a través del plan nacional de adaptación, y de planes de adaptación para 11 sectores priorizados, incorporando los aprendizajes logrados en la implementación de los primeros planes. Estos serán insumos para la Comunicación de Adaptación, que será enviada a más tardar el 2022 a la CMNUCC.	En implementación. Actualmente, todos los planes señalados en el compromiso se encuentran en elaboración o actualización, cumpliendo con lo normado en la LMCC. La LMCC agregó el sector de transporte al set de planes sectoriales.
A3. Al 2025, se habrán fortalecido las capacidades y la institucionalidad de cambio climático a nivel regional y se habrá iniciado la implementación de acciones de adaptación, mitigación y los medios de implementación necesarios, a través de los planes de acción regionales de cambio climático en 10 regiones del país, y al 2030 las 16 regiones del país contarán con dicho instrumento.	En implementación. Actualmente los 16 planes regionales se encuentran en elaboración o actualización, cumpliendo con lo normado en la LMCC.
A4. Durante el período de implementación de esta NDC, se profundizarán y actualizarán los estudios y análisis existentes de vulnerabilidad y riesgos del país, considerando el enfoque de género, para abordar las amenazas, los que deberán ser considerados como insumos bases para el diseño de medidas de adaptación.	En implementación. Se cuenta con la plataforma de mapas de riesgos climáticos ARClim desde 2020, a escala comunal. Se realizó una estimación de los costos de la inacción asociados al cambio climático, apoyado por CEPAL. Se realizó un primer estudio de evaluación de pérdidas y daños en 2023. Se ha avanzado en estudios de vulnerabilidad de pueblos indígenas y lineamientos relativos a género y enfoque interseccional. El PNACC en actualización incluye acciones en torno a la profundización de las evaluaciones de vulnerabilidad de grupos vulnerables.
A5. Al 2026 se habrá fortalecido el sistema de evaluación y monitoreo vigente, a través de indicadores de progreso e impacto para todos los instrumentos de adaptación al cambio climático, que permita evaluar el avance y cumplimiento de las metas establecidas.	En implementación. Con la actualización del PNACC se tendrá el sistema de monitoreo y evaluación fortalecido. El PNACC también implementará acciones para la construcción de indicadores e índices nacionales y sectoriales de resiliencia, para el país.
A6. Durante el período de implementación de esta NDC, se fortalecerá la inclusión de actores no gubernamentales en la planificación e implementación de instrumentos de adaptación.	En implementación. Se está realizando durante 2024 una consultoría para la construcción de un registro de acciones de adaptación de actores no gubernamentales. Con la actualización del PNACC se realizó un estudio y procesos participativos para la cooperación público-privado que permitan la ejecución de acciones de adaptación, a escala nacional y territorial. El PNACC propone acciones a implementar en el período.

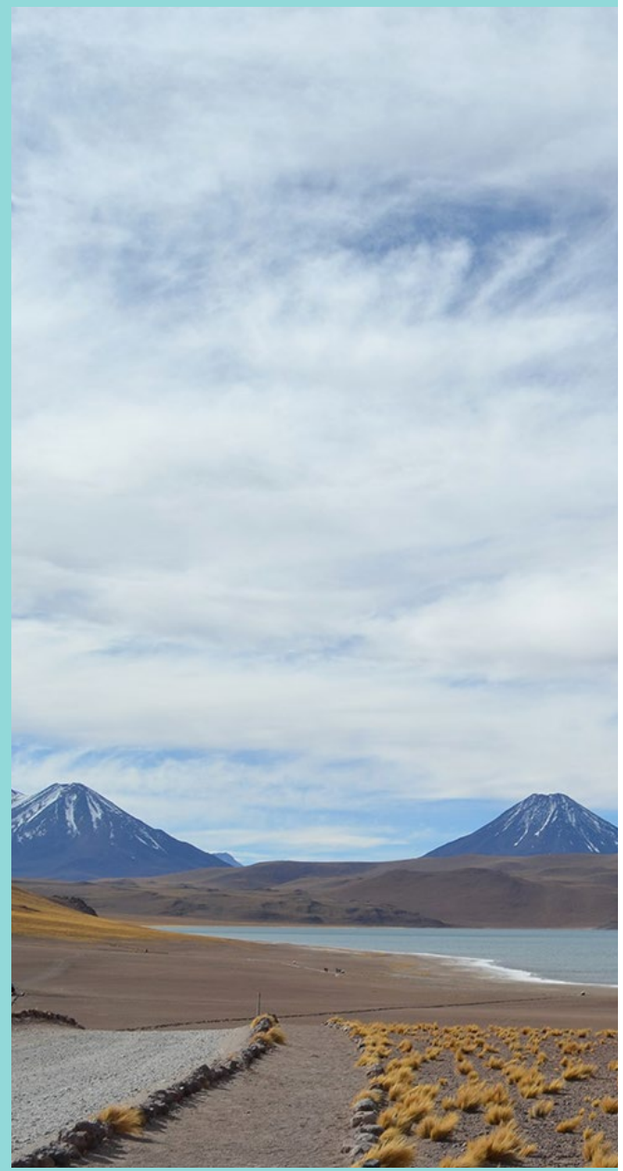


Foto: Micaela Jara Forray

Continuación tabla 27

A7. Se aumentará la información y mecanismos de gestión del país respecto de los impactos del cambio climático en recursos hídricos, para aumentar su resiliencia.	En implementación.
A8. Se fortalecerá la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima, y la capacidad de gestión ante los efectos adversos que causan los desastres socionaturales en el país.	En implementación. Se desarrolló una propuesta de lineamientos acerca del efecto del cambio climático en el fenómeno de movilidad humana en Chile. Se está complementando con estudios adicionales, para su posterior oficialización. En 2023 se presentó en la COP28 el plan nacional específico por variable de riesgo de olas de calor a nivel nacional, por parte de SENAPRED. Se está desarrollando una guía de adaptación y gestión de riesgo de desastres para apoyar la integración de estas materias en los Planes Regionales de Reducción del Riesgo de Desastres. La Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres 2019-2030 se encuentra en pleno proceso de implementación.

Fuente: elaboración propia.

Destacan los avances alcanzados en la evaluación de vulnerabilidad y riesgos, en particular el desarrollo de la plataforma ARClim, los estudios en costos de la inacción y un primer esfuerzo de evaluar pérdidas y daños. También destacan los esfuerzos en incorporar grupos vulnerables a las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgos

4.5.3 Actividades de coordinación y arreglos institucionales

En los últimos años, se han implementado diversos cambios organizacionales y de gobernanza dentro de las instituciones públicas de Chile para fortalecer la acción climática. Entre estos avances se destaca la creación de nuevas unidades y comités, así como la reorganización de funciones clave para mejorar la coordinación y la implementación de medidas relacionadas con el cambio climático.

Uno de los ejemplos más relevantes es el Departamento de Cambio Climático y Economía Circular y la División de Infraestructura Sustentable dentro de la Dirección General de Obras Públicas del MOP, cuya función es asesorar en la incorporación del cambio climático y la economía circular en el quehacer del MOP, con la finalidad de avanzar en obras públicas resilientes y bajas en carbono. De la misma forma, en el Ministerio de Minería, la creación de la División de Estrategia y Políticas Públicas ha incorporado el cambio climático como una de las líneas de trabajo clave.

Adicionalmente, en marzo de 2024, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura creó un comité interno de cambio climático para coordinar sus acciones climáticas a nivel institucional. De manera similar, en SENAPRED, se creó la Unidad de Adaptación al Cambio Climático, dependiente del Departamento de Análisis y Comprensión del Riesgo, la cual se enfoca en integrar la adaptación al cambio climático dentro de la gestión de riesgos de desastres, ser contraparte técnica en el ETICC, proyectos y otras instancias relacionadas al cambio climático y, junto con lo anterior, desarrollar e implementar compromisos institucionales en los distintos instrumentos de gestión del cambio climático.

En SERNAGEOMIN se reorganizó personal hacia la Unidad de Asistencias Técnicas Geológicas para responder a la creciente demanda de asistencias técnicas relacionadas con peligros geológicos. Por otro lado, en la Dirección General de Aguas (DGA) se integraron nuevas funciones en la División de Estudios y Planificación enfocadas en el desarrollo y seguimiento de planes estratégicos de recursos hídricos y la coordinación intra e interinstitucional en temas de gestión hídrica y cambio climático. En el ámbito de la salud, el Ministerio de Salud creó el Comité Operativo Interno de Adaptación al Cambio Climático, cuyo objetivo principal es elaborar una propuesta preliminar para un nuevo Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático. Finalmente, en el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Programa de Vialidad y Transporte Urbano (SECTRA), se creó el Área Nacional de Políticas e Instrumentos de Planificación (ANPIP), donde un equipo de profesionales está a cargo de la elaboración del Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transportes, además de gestionar los requerimientos relacionados con la sostenibilidad y la acción climática en el sector.

Así mismo, desde la creación de los CORECC, el marco institucional de los gobiernos regionales en Chile ha experimentado importantes avances y transformaciones. Estos comités, establecidos como instancias clave para la coordinación de la acción climática a nivel territorial, han permitido fortalecer el vínculo entre la política nacional y las necesidades locales, facilitando la planificación y ejecución de medidas adaptativas que reflejan las realidades y prioridades de cada región. La siguiente figura explora los avances logrados y los desafíos persistentes en la consolidación de estos cambios institucionales reportados en el taller participativo con los CORECC (ver Figura 28).

Se observa que en una gran parte de los CORECC, desde su creación, se ha fortalecido la gobernanza y la coordinación intersectorial. Además, se han reportado importantes avances sectoriales y específicos en la adaptación al cambio climático, tales como la inversión en educación ambiental y en cambio climático, así como la incorporación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo en los CORECC, lo que ha permitido una mayor coordinación en proyectos relacionados con el desarrollo urbano, entre otras.

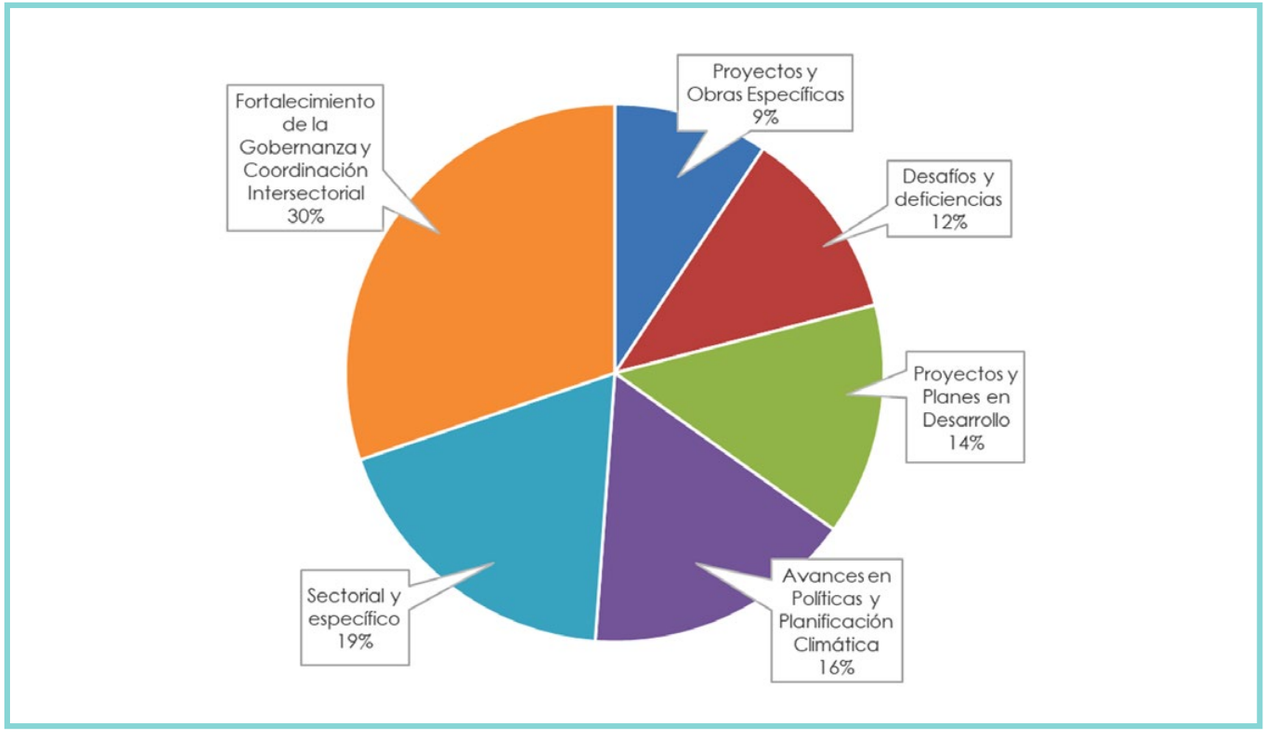


Figura 28. Avances significativos desde la creación de los CORECC.
Fuente: elaboración propia a partir de talleres participativos (2024).

4.6 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE ACCIONES Y PROCESOS DE ADAPTACIÓN

La LMCC establece lineamientos para el M&E de la adaptación en relación con la ECLP (art.5), los Planes Sectoriales de Adaptación (PSA, art. 9), ,los Planes de Acción Regional (PARCC, art. 11) y Comunal (PACCC, art. 12) de Cambio Climático, en los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC, art. 13), y establece la obligación de elaborar el Reporte de Acción Nacional de Cambio climático (RANCC), cada dos años que debe ser presentado al Congreso. La ECLP debe contener criterios de monitoreo, reporte y verificación del cumplimiento de las metas y medidas de los instrumentos de gestión del CC (los planes sectoriales de mitigación y adaptación) definidos según los requerimientos de los compromisos internacionales de Chile y velando por la transparencia en el seguimiento, calidad y coherencia de los datos reportados. Asimismo, se requiere a todos los instrumentos de gestión de la adaptación (PSA, PARCC, PACCC y PERHC) contar con indicadores de monitoreoy evaluación del cumplimiento de las medidas del plan, conforme a lo establecido en la ECLP.

El Ministerio del Medio Ambiente es responsable de solicitar información sobre el avance e implementación de los planes sectoriales de mitigación y adaptación, particularmente respecto de los indicadores de monitoreo, reporte y verificación de cumplimiento de las medidas de dichos planes. Por otro lado, el RANCC es el mecanismo orientado a generar un balance periódico del avance contenido en los instrumentos, debe ser presentado al Congreso cada dos años, de acuerdo a la frecuencia del reporte Informes Bienales de Transparencia, , que debe enviarse a la CMNUCC.

Como se indicó antes, también la LMCC establece un Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático y, como subsistema de este, una Plataforma de Adaptación Climática, cuyo objetivo será "servir de sistema de información nacional para adaptación, el que contendrá mapas de vulnerabilidad del territorio nacional, incorporando proyecciones climáticas actuales y futuras para el país." Asimismo, se indica que "la plataforma apoyará el diseño de políticas públicas y la implementación de medidas de adaptación y su evaluación. La administración de la plataforma corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación".

Respecto de la Plataforma de Adaptación Climática, el actual Atlas de Riesgos Climáticos, ARClim, es una herramienta base para la construcción de dicha plataforma, la cual debe mejorarse, poblarse y actualizarse permanentemente, además de evaluar la incorporación de otros elementos que se requieran, para mantener información clara, transparente, disponible para la ciudadanía y con la especificidad que se requiere de manera que apoye el diseño de políticas y la implementación de medidas, como lo menciona la ley.

Para complementar la información de ARClim y como soporte a la implementación de medidas de adaptación y su evaluación, como se indicó anteriormente, se ha incorporado en el PNACC una medida que busca desarrollar un inventario nacional de impactos del cambio climático y adaptación, que involucra el desarrollo de metodologías estandarizadas para la determinación de los impactos pasados y riesgos futuros del cambio climático, los costos de la inacción y el impacto de las medidas de adaptación que podrían implementarse para evitar o minimizar dichos impactos y costos, con un foco a escala comunal, como mínimo. Adicionalmente, se trabajará en la construcción de información para poblar el inventario nacional, en base a una priorización realizada en el primer año de implementación de la medida. En base a la experiencia alcanzada, se espera crear una comunidad de práctica, como espacio de intercambio con otros países interesados en la temática, para escalar la experiencia a nivel internacional con apoyo de países interesados y aportar a la estandarización de metodologías de determinación de impactos, costos de la inacción e impacto de medidas de adaptación, en línea con los resultados del Balance Mundial.

Por otro lado, la NDC compromete que para 2026 se habrá fortalecido el sistema de monitoreo y evaluación vigente mediante indicadores de progreso e impacto aplicables a todos los instrumentos de adaptación al cambio climático, lo que permitirá evaluar el avance y cumplimiento de las metas establecidas (Gobierno de Chile, 2020a).

Por su parte, la ECLP reconoce la importancia de contar con sistemas de indicadores y que estos estén en constante revisión para evaluar su pertinencia, relevancia y trayectoria, puesto que, al ser sistemas dinámicos, son perfectibles y modificables de acuerdo con la información disponible. En ese sentido, establece criterios que debe adoptar el sistema de monitoreo y evaluación en línea con lo comprometido en la NDC, a saber: indicadores de proceso (implementación) e indicadores de resultados (progreso y eficacia), los cuales deberán ser integrados en los instrumentos de adaptación al cambio climático.

4.6.1 Sistema de Monitoreo, Reporte y Evalución para adaptación y avances actuales

En 2014 se estableció un sistema de monitoreo y reporte anual, para el seguimiento del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climtico (PNACC), s que incluía las medidas transversales del plan, más las medidas incluidas en los planes sectoriales de adaptación previos a la promulgación de la LMCC. Este reporte se realizaba a través de la solicitud de información por parte del Ministerio del Medio Ambiente a los Ministerios responsables de dichos planes. La información enviada por las instituciones incluía las actividades realizadas en el período, una estimación del porcentaje de

avance de la medida e información relativa a los montos invertidos y fuentes de financiamiento de las actividades reportadas. Con esta información el Ministerio del Medio Ambiente construía y publicaba un informe consolidado.

El proceso de actualización del PNACC considera el desarrollo de un sistema más robusto de monitoreo y reporte, que consiste en una plataforma para el ingreso de información de manera sistemática por parte de los organismos responsables de instrumentos de gestión del cambio climático (PNACC, PSA, PARCC, PACCC). Este sistema consolidará la información y contendrá además detalles del cumplimiento en la implementación de las medidas, los avances, los medios de verificación y otros.

Con este diseño se busca estandarizar procesos e indicadores, estableciendo criterios comunes que los hagan comparables y confiables, y garantizando la transparencia. El MR&E será una herramienta dinámica, que se actualizará de manera continua, incorporando los resultados de la implementación de los planes y sus correspondientes actualizaciones. Además, será de acceso público, lo que permitirá mejorar el envío de los Informes de Seguimiento anuales y los Informe de Evaluación que las autoridades responsables de los instrumentos de gestión del cambio climático deben presentar al Ministerio del Medio Ambiente según sea el plan a su cargo. También, con este sistema se espera mejorar la presentación de informes sobre el progreso en adaptación a nivel nacional y territorial ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), a través de los Informes Bienales de Transparencia, las Comunicaciones Nacionales, la Comunicación de Adaptación y el RANCC.

En relación con los indicadores de resultado para adaptación también se han realizado esfuerzos para avanzar en esa línea.

Con la actualización del PNACC (MMA, 2024a) se establece como uno de sus objetivos específicos el "fortalecer continuamente el sistema de evaluación y monitoreo para el seguimiento integrado", lo que se traduce en la línea estratégica (LE9): "mejoras para un monitoreo efectivo y una evaluación del progreso de la adaptación y la construcción de la resiliencia". Para el caso, se indican las siguientes medidas y acciones:

(i) Desarrollar índices de resiliencia y capacidad de adaptación para el país.

(ii) Seguimiento de la integración de cambio climático en el SEIA y la EAE. Con sus acciones asociadas a (a) "Habilitar en el SEIA la presentación de información sobre la forma en que un proyecto y su área de influencia se relaciona con la ECLP y los PSA y PSM al cambio climático"; (b) "Se reporta anualmente el porcentaje de instrumentos que cuentan con un informe final favorable por la autoridad correspondiente, en relación con los lineamientos de adaptación de CC en EAE"; y (c) "Se evalúa la implementación de los lineamientos de adaptación y se desarrollan sugerencias de mejorar en caso requerido, que indique brechas y recomendaciones para mejorar las guías de cambio climático del EAE".

En el caso particular de los indicadores, en el anteproyecto del PNACC 2024 se señala la manera en que deberán formularse los indicadores de progreso, tanto para su medición del avance de un año en particular como para la medición del avance con respecto al periodo total del plan. Esto tiene como propósito evaluar el avance logrado cada año, comparando el progreso real de cada acción con lo que se había planificado inicialmente, asegurando así un seguimiento detallado y preciso de la implementación de las medidas. Los planes de adaptación deben evaluarse como un conjunto coherente de medidas, con objetivos y metas claras, enfocadas en reducir la vulnerabilidad y los riesgos y alcanzar la resiliencia para el año 2050, en línea con los objetivos de la ECLP.

La evaluación debe considerar el grado de cumplimiento de los objetivos, líneas de acción estratégicas y medidas de adaptación, además de incluir lecciones aprendidas y brechas de implementación. Esta información será crucial para incorporar mejoras y aprendizajes en futuras actualizaciones del plan.

En lo que concierne a los instrumentos de planificación climática sub-nacionales el avance es más incipiente y en la mayoría de las regiones y municipios el diseño de estos planes está todavía en curso.

4.6.1.1 Estudios del Ministerio del Medio Ambiente

El Ministerio del Medio Ambiente ha desarrollado iniciativas de estudios, levantando propuestas e insumos para avanzar en el monitoreo y evaluación de la adaptación en Chile. Entre ellas, destacan:

i. Desarrollo de Indicadores para el M&E del progreso de la adaptación al cambio climático a nivel nacional.

Este estudio, ejecutado entre 2021 y 2022 por el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile, tuvo como objetivo cerrar la brecha identificada en el trabajo inicial desarrollado en el Atlas de Riesgo Climático (ARClim).

Este estudio seleccionó 11 cadenas de impacto desarrolladas previamente, e incorporó indicadores de capacidad de adaptación que no habían sido considerados en el cálculo del riesgo. . Además, se propuso una organización conceptual de los indicadores de adaptación en tres categorías: implementación, progreso y resultado, con el fin de reflejar las distintas fases del proceso de adaptación. Adicionalmente, se crearon indicadores intersectoriales del proceso de adaptación para complementar la visión sectorial y proporcionar una perspectiva más integral

del desafío de la adaptación al cambio climático en Chile. Estos indicadores intersectoriales evalúan el avance del proceso de adaptación en más de uno de los sectores establecidos por la LMCC, con un enfoque en recursos naturales, ecosistemas y la sociedad (Ministerio del Medio Ambiente (MMA) & Centro de Cambio Global (CCG-UC), 2022).

Por otro lado, se propuso una estructura de gobernanza para un futuro Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC), con el objetivo de operacionalizar el sistema de monitoreo y evaluación (M&E). Se propone un Equipo Técnico especializado en el diseño y seguimiento de los indicadores de adaptación y una Dirección Ejecutiva que, en función de las necesidades de los usuarios, comités asesores y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, establezca prioridades y directrices bajo un enfoque de mejora continua (Ministerio del Medio Ambiente [MMA] & Centro de Cambio Global [CCG-UC], 2022).

ii. Implementación de registro público de acciones de adaptación al cambio climático de actores no gubernamentales.

En 2024 se inició el diseño de un sistema de registro de acciones de adaptación, con el fin de identificar y consolidar las buenas prácticas de actores no gubernamentales en esta materia, fomentar la replicación de casos exitosos y crear un espacio para el intercambio de experiencias entre diversos actores y sectores con un enfoque territorial.Esta iniciativa está alineada con los principios de participación ciudadana, territorialidad, transparencia y transversalidad de la Ley Marco de Cambio Climático, y del Acuerdo de Escazú sobre Acceso a la Información, Participación Pública y Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina.

iii. Indicadores de seguimiento de resultados para los instrumentos de adaptación al cambio climático.

El objetivo de este estudio, actualmente en curso, es proponer un conjunto de indicadores de resultado y una metodología que permita evaluar el cumplimiento de los objetivos específicos de los planes sectoriales de adaptación y del PNACC, destacando los principales resultados esperados de las medidas contempladas en cada plan. Se busca desarrollar una evaluación de los planes será efectiva de los oobjetivos que se planeen en los planes

4.6.1.2 Iniciativas sectoriales

Son varias las instituciones que están avanzando en el desarrollo de indicadores en paralelo al monitoreo de los planes sectoriales, regionales o comunales de Cambio climático., en otras políticas públicas, como es el caso del Ministerio de Minería, en su política Nacional de Minería, y la a CONADI en la Región de Los Lagos, c

Otra iniciativa es la de la Universidad de Chile, con la colaboración del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), cuya finalidad es generar una estimación del nivel de riesgo que sufren los usuarios del sector silvoagropecuario. denominados PRODESAL/PADIS, SAT y TAS del Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario.

Foto: Nicolás Smith D.

4.7 INFORMACIÓN RELACIONADA CON EVITAR, MINIMIZAR Y ABORDAR LA PÉRDIDA Y EL DAÑO ASOCIADOS CON LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

4.7.1 Impactos observados y potenciales, incluyendo los relativos a eventos meteorológicos extremos

El estudio *Costos asociados a la inacción frente al cambio climático en Chile,* (CEPAL, 2023) se centró en evaluar los impactos de la inacción bajo el escenario climático RCP 8.5, que asume un futuro con altas emisiones de gases de efecto invernadero. Se incluyeron los sectores de agricultura, agua potable, biodiversidad, minería, pesca, acuicultura, puertos, playas, salud y energía, y se analizaron en términos de pérdidas económicas directas y aumento de costos operacionales. El estudio también resaltó cómo la falta de acción frente al cambio climático resultaría en la pérdida de servicios. Los resultados subrayan la importancia de tomar medidas de adaptación para mitigar estas pérdidas y asegurar que los costos de la inacción no generen un impacto aún mayor en el futuro del país.

Algunos de los costos y beneficios anuales de la inacción frente al cambio climático hacia el año 2050 se pueden observar en la Tabla 28.

Se destacan algunos sectores clave como la minería, donde los costos alcanzarían 1.646 millones de dólares al año, representando un 0,58% del PIB de 2019 debido, principalmente, a la reducción en la producción de cobre. En el sector biodiversidad, la pérdida de servicios ecosistémicos tiene un costo proyectado de 1.300 millones de dólares anuales, lo que equivale al 0,46% del PIB. Además, el impacto en el sector energía se refleja en un costo de 46,32 millones de dólares por la menor capacidad de generación hidroeléctrica y 4,67 millones por efectos en las líneas de transmisión. En el sector salud, los costos anuales de las muertes asociadas al cambio climático ascienden a 421 millones de dólares, mientras que los egresos por causas respiratorias y cardiovasculares suman 0,71 y 2,51 millones, respectivamente.

Tabla 28. Costos y beneficio anuales de la inacción frente al cambio climático al año 2050.

Sector	Subsector o escenario	Costos anuales	Beneficios anuales	Porcentaje PIB 2019	
		(En millones de dólares)	(En millones de dólares)	Costos	Beneficios
Agrícola	Sin Adaptación	428	-	0,15187	-
	Con Adaptación	377	-	0,13360	-
Agua potable		229	-	0,08122	-
Biodiversidad y turismo	Biodiversidad	1300	-	0,46047	-
	Turismo áreas protegidas	15	-	0,00550	-
Energía	Efecto líneas transmisión	4,67	-	0,00165	-
	Efecto hidro-generación	46,32	-	0,01641	-
Minería	Cobre	1646	-	0,58303	-
Pesca y acuicultura	Pesca artesanal	17,6	-	0,00590	-
	Pesca Industrial de Jurel	27	-	0,00958	-
Puertos y playas	Puertos	2,18	17	0,07700	0,00606
	Playas	5,62		0,00199	-
Salud	Muertes	421	8,8	0,14916	0,00312
	Egresos causas respiratorias. talas las edades	0,71	0,12	0,00025	0,00004
	Egresos cardiovasculares, adultos mayores	2,51	0,28	0,00089	0,00010

Fuente: Melo *et al.*, 2023.

Dada las diferencias metodológicas entre los estudios de cada sector, se indica que no es recomendable sumar directamente los valores obtenidos. Sin embargo, exploratoriamente, se proyecta un costo neto de 4.120 millones de dólares para mediados de siglo. Esta cifra refuerza la necesidad de implementar medidas de adaptación alineadas con el enfoque de P&D para evitar que los impactos en sectores vulnerables se traduzcan en pérdidas irreversibles que comprometan la recuperación y la resiliencia del país.

Por otro lado, en 2023 se llevó a cabo el estudio *Metodología y evaluación de pérdidas y daños por eventos extremos relacionados al clima para Chile* (MMA 2023a), en el cual se realizó una revisión de las metodologías existentes para la cuantificación de P&D. A partir de este análisis, se propuso una hoja de ruta que considera varias metodologías de valoración económica, donde la decisión de una u otra depende del sector que se quiera evaluar. Un resumen de la hoja de ruta de la metodología se observa en Figura 29.

Figura 29. Esquema de la Hoja de Ruta de la metodología para cuantificar P&D en Chile.
Fuente: (MMA-DEUMAN, 2023b).

Foto: Bryan Contreras

El estudio también realizó la **evaluación de las pérdidas y daños** provocados por eventos climáticos extremos que afectaron a Chile entre 2008 y marzo de 2023, incluyendo eventos como inundaciones, aluviones, marejadas, incendios forestales, olas de calor y sequía. Este análisis abarcó daños en infraestructura, viviendas, servicios, sectores productivos y afectaciones a la población. Un resumen de las principales pérdidas económicas asociadas a estos eventos se puede ver en la Figura 30. Los aluviones destacan como el evento que más pérdidas económicas generó entre 2008 y 2023.

El estudio también evaluó las **pérdidas asociadas a los incendios forestales** de febrero de 2023 que afectaron a las regiones de Biobío, Ñuble, La Araucanía, Los Ríos y Maule. Se evaluaron los impactos en infraestructura, biodiversidad, sectores productivos y la salud, proporcionando una estimación detallada de los costos derivados (MMA-DEUMAN, 2023b).

Entre las recomendaciones del estudio destaca la falta de formatos y criterios comunes para el levantamiento de datos por parte de las instituciones, lo que complica el análisis comparativo y una visión integrada del impacto total. Se sugiere que una matriz estandarizada para el reporte de impactos facilitaría una mejor evaluación. Además, la dispersión de información entre varias entidades dificulta su recopilación, lo que podría resolverse con una plataforma centralizada que permita compartir datos de manera más eficiente. Otro desafío identificado fue la dificultad de medir los impactos intangibles, como el trauma psicológico y la pérdida de biodiversidad, los cuales suelen subestimarse en los análisis económicos. Se recomienda, en el estudio, la incorporación de métodos cualitativos, como encuestas y entrevistas, para capturar estos impactos de manera más precisa.

Además, el estudio señala que la recopilación de datos post-emergencia no siempre es contemporánea a los eventos, lo que puede afectar la precisión de los datos. Para sopesar lo anterior, se propone el uso de tecnologías como sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) en tiempo real para mejorar la identificación de impactos. Finalmente, se sugiere que el desarrollo de una herramienta de cálculo de fácil acceso (como una plataforma en línea o un archivo de Excel) podría ayudar a las diferentes dependencias a estimar las pérdidas y daños de manera más eficiente, proporcionando así un recurso útil para futuras emergencias y evaluaciones de impacto.

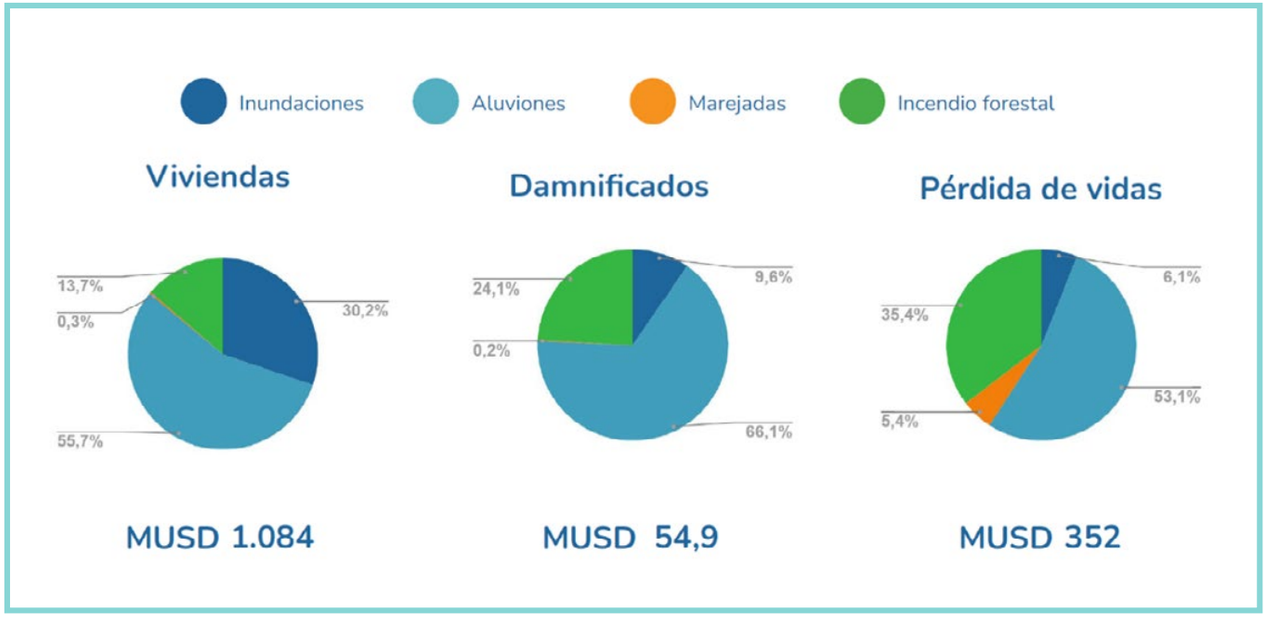


Figura 30: Resumen de daños económicos por eventos extremos entre 2008 y 2023 (marzo).
Fuente: (MMA-DEUMAN, 2023a).

A pesar de estos avances, es importante reconocer que este es solo el comienzo. Si bien Chile ha hecho progresos significativos en el desarrollo de metodologías y la identificación de P&D, aún persisten múltiples brechas que deben ser abordadas.

4.7.1.1 Pérdidas y daños identificados por sociedades civiles, municipios, academia y ONG en procesos participativos a nivel nacional

Como parte del proceso participativo realizado para la construcción de este reporte, se realizaron talleres con actores clave de municipios, academia, sociedades civiles y ONG, donde se realizaron consultas relacionadas a pérdidas y daños. A continuación, se presentan los resultados organizados por macrozonas y actores, resaltando los daños y las pérdidas más relevantes identificados.

Los municipios y academia de la macrozona norte destacaron el daño a la infraestructura costera causado por las marejadas.

En la macrozona centro se señalaron daños a la productividad agrícola y la infraestructura, especialmente los causados por la falta de planificación urbana, remociones en masa, inundaciones y colapso de servicios críticos como agua potable, luz y transporte. Además, se mencionaron conflictos sociales generados por la atribución de responsabilidades en la adaptación al cambio climático, como los conflictos por la mantención de canales durante eventos extremos. Las pérdidas en esta macrozona incluyen recursos marinos, vegetación destruida por incendios masivos, arbolado urbano y el pardeamiento del bosque esclerófilo.

En la macrozona centro-sur se identificaron daños en la infraestructura debido a inundaciones, remociones en masa, cortes de ruta, agua y luz. Las pérdidas incluyeron impactos en el sistema hídrico por la sequía, biodiversidad, productividad agrícola y ganadera, y pérdidas de asentamientos humanos, incluyendo vidas. Finalmente, en la macrozona austral, los daños reportados incluyen la disminución de la capacidad de resiliencia de los ecosistemas, afectando la biodiversidad y la productividad turística, además de daños en la infraestructura y calidad de vida por eventos extremos de temperatura. Las pérdidas en esta región se centraron en la biodiversidad marina y el sistema hídrico debido al derretimiento de glaciares.

En el caso de las Sociedades Civiles y ONG, en la macrozona norte se identificaron daños en la biodiversidad marina por cambios de temperatura del agua, así como en la biodiversidad terrestre, lo que ha provocado desplazamiento de especies. También se mencionaron impactos en la productividad de la bahía, afectando la economía local y la pérdida de hábitats, lo que ha llevado a extinciones locales. En la macrozona centro, los daños principales se relacionan con la biodiversidad, como la invasión de especies exóticas, la erosión del suelo y la disminución de los caudales del río Maipo. Se reportaron daños a la infraestructura por aluviones y precipitaciones, así como daños económicos para los pequeños agricultores y el tejido social debido a la migración forzada. Las pérdidas incluyen la reducción irreversible del bosque esclerófilo, la pérdida de playas por erosión, infraestructura por eventos extremos y pérdidas culturales asociadas a la migración.

En la macrozona sur se mencionaron principalmente pérdidas, incluyendo la pérdida de hierbas medicinales, alimentos nativos, flora, sistema hídrico por la sequía de ríos y pozos, y pérdidas culturales relacionadas con el patrimonio culinario.

4.7.1.2 Oportunidades y Brechas

Entre las principales brechas se identifican las **dificultades para recopilar información precisa post-desastre**, especialmente durante las primeras 72 horas de un evento extremo, lo que compromete la evaluación temprana y eficiente de los daños. Esta situación se agrava por la dispersión y falta de integración de datos entre múltiples instituciones, con formatos distintos que dificultan el análisis y la respuesta coordinada.

Otro desafío crítico es la **falta de sistemas de monitoreo en tiempo real** que permitan una evaluación más ágil y precisa de los impactos. Tecnologías como sensores remotos, sistemas de información geográfica (SIG) y el uso de imágenes satelitales podrían mejorar la calidad y rapidez de la información disponible. Asimismo, se destaca la insuficiencia de sistemas de alerta temprana adecuados, que son esenciales para anticipar desastres como inundaciones e incendios.

También persiste la necesidad de un **mapeo detallado de los impactos**, especialmente en eventos de desarrollo lento (*Slow Onset Events*), como la desertificación o el retroceso de glaciares. Finalmente, se reconoce la complejidad para cuantificar pérdidas no económicas, tales como impactos en la biodiversidad, salud mental y patrimonio cultural, lo que subraya la importancia de las metodologías para valorar estos elementos.

En el ámbito de la gobernanza se identifican brechas en relación a la **coordinación efectiva entre los niveles central, regional y local**, lo que afecta la capacidad de respuesta ante eventos extremos y limita la eficiencia en la gestión de riesgos, dificultando la asignación adecuada de recursos.

Adicionalmente, se señala la ausencia de una gobernanza sólida para **conectar los mecanismos internacionales con las políticas nacionales**, lo que impide aprovechar oportunidades de financiamiento y asistencia técnica. Aunque se reconoce el valor de instrumentos como la Red de Santiago y el Fondo de pérdidas y daños, aún no se ha definido un marco claro para gestionar estas oportunidades a nivel nacional.

Se destaca la **falta de recursos y capacitación a nivel loca**l para realizar evaluaciones precisas de los impactos post-desastre, lo que afecta la capacidad de respuesta inmediata durante las primeras horas de una emergencia.

Por último, se identifica la necesidad de **involucrar al sector privado** en el financiamiento de la adaptación y gestión de pérdidas y daños. Actualmente, el sector privado se concentra mayormente en iniciativas de mitigación, como bonos verdes y energías renovables, por lo que es necesario redirigir parte de esta inversión hacia la adaptación y la gestión de pérdidas y daños mediante incentivos adecuados.

4.8 COOPERACIÓN, BUENAS PRÁCTICAS, EXPERIENCIA Y LECCIONES APRENDIDAS

Para Chile el intercambio de conocimientos, recursos y capacidades a nivel nacional e internacional es clave para avanzar en adaptación al cambio climático. Este capítulo explora los esfuerzos de colaboración del país, destacando experiencias exitosas y buenas prácticas.

4.8.1 Experiencias que aportan desde la cooperación internacional

i. Proyecto ENANDES y ENANDES+

El proyecto ENANDES (Enhancing Adaptive Capacity of Andean Communities through Climate Services), del cual es parte la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), destaca por su contribución a las redes de información de la región. Esta iniciativa es financiada por el Fondo de Adaptación y ejecutada en colaboración con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (DMC, 2024). Su objetivo es mejorar la provisión de servicios climáticos a nivel regional y nacional, con un enfoque en la completa cadena de valor de estos servicios. El proyecto involucra a Chile, Colombia, Perú, Argentina, Bolivia y Ecuador, y cuenta con el apoyo de instituciones nacionales como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Perú y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), además de centros internacionales como el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) y el Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica (CRC-OSA).

El proyecto ENANDES busca fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades andinas mediante el desarrollo de servicios climáticos basados en datos meteorológicos precisos y científicamente validados. Abarca desde la recolección y análisis de datos climáticos hasta la comunicación efectiva de información a los usuarios, mejorando sistemas nacionales de gestión de datos y predicciones meteorológicas. Un componente clave es la participación de comunidades locales y sectores como la agricultura y la energía en la creación de productos climáticos (Dirección Meteorológica de Chila [DMC], 2024).

Entre las actividades principales se encuentran las vinculadas a la generación de capacidades como son capacitaciones en pronósticos y la articulación de mesas de trabajo con actores clave como los ministerios de Energía y Agricultura. Además, se han desarrollado herramientas como la Calculadora AgroFotovoltaica y se ha mejorado el índice combinado de sequía para todo Chile (Dirección Meteorológica de Chila [DMC], 2024).

ENANDES, implementado en Argentina, Bolivia, Ecuador y Perú, extiende estas actividades mediante sistemas de alerta temprana y colaboración con agencias meteorológicas regionales con el objetivo de incrementar la resiliencia climática. El proyecto ENANDES comenzó en 2021 y está previsto que finalice en 2026 (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2022).

ii. AdaptaClima

AdaptaClima es un proyecto regional implementado desde el 2019 (a la fecha) en ciudades costeras altamente vulnerables a los efectos del cambio climático, específicamente Antofagasta y Taltal en Chile y Esmeraldas en Ecuador. Su objetivo es reducir la vulnerabilidad a los riesgos climáticos que ocasionan las inundaciones, los deslizamientos y los flujos de lodo en estas tres ciudades costeras y así fortalecer la capacidad de adaptación para generar lecciones que sean útiles para toda la región. Este proyecto busca aplicar un enfoque basado en el riesgo con opciones de adaptación y fomenta la construcción colaborativa y de redes de trabajo para desarrollar una cultura de adaptación. Además, aplica un enfoque de género, inclusión e interculturalidad, lo que se evidencia cuando promueve la participación de grupos vulnerables (mujeres, niños, niñas, adultos mayores y personas con discapacidad) y aplica acciones y estrategias que buscan sumar la opinión de todos y todas (AdaptaClima, 2022).

AdaptaClima es implementado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y es financiado por el Fondo de Adaptación, mientras el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) actúa como entidad ejecutora.

Las acciones de AdaptaClima incluyen actividades de educación para fomentar una cultura de prevención y reducción de riesgos climáticos, adaptación a los efectos del cambio climático, instancias de participación comunitaria (con narradores y foros virtuales) y la producción de infografías que facilitan el entendimiento y la respectiva difusión.

iii. Otros proyectos relevantes en términos de cooperación

En la cuenca de Aconcagua existe el proyecto "Cerrando la Brecha de Acceso al Agua: Rutas de adaptación en regiones vulnerables" (iniciado en septiembre de 2022 y actualmente en desarrollo), el cual es implementado por la Universidad de Chile en colaboración con la Universidad de Regina (CONICET) de Argentina, Instituto SARAS de Uruguay y una variedad de actores locales y regionales, con el objetivo de comprender mejor los riesgos y brechas de adaptación en la cuenca. Este proyecto cuenta con el patrocinio del Ministerio de Medio Ambiente y el apoyo de una creciente red participativa de actores públicos y privados[19] y busca desarrollar enfoques pioneros para promover la colaboración, intercambio de conocimientos y experiencias, y trabajo interdisciplinario en materia de adaptación al cambio climático.

Por otro lado, han surgido instancias de colaboración transnacional buscando articular actores alrededor de metas de adap-

[19] https://redporelagua.cr2.cl/proyecto/

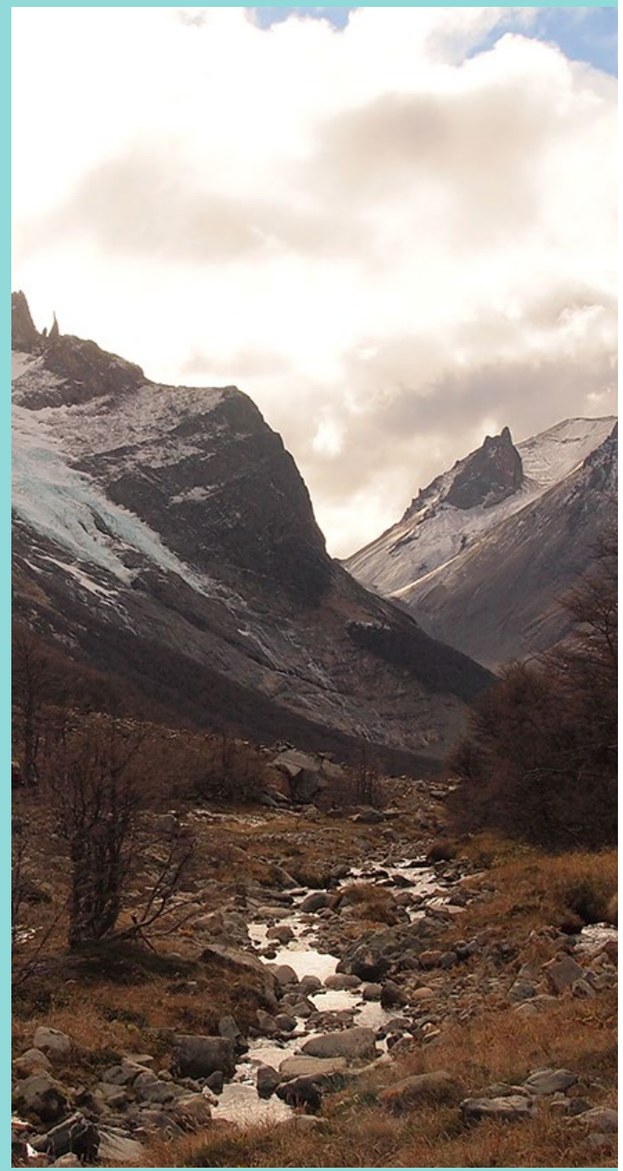


Foto: Nicolás Smith D.

tación climáticas, las más importantes destacan la Agenda de Adaptación de Sharm-el-Sheikh y la Campaña Race to Resilience, empujadas por los UN Climate Change High-Level Champions. Además de hospedar diversos miembros de estas campañas, Chile también alberga, por medio de la Universidad de Chile, una Secretaría Técnica de estos esfuerzos, la cual busca fortalecer la capacidad de trazabilidad de acciones de adaptación por parte de actores no estatales, incluyendo entre ellos los gobiernos subnacionales.

Por último, cabe destacar iniciativas gubernamentales que han desarrollado esfuerzos de cooperación internacional, tales como la iniciativa del SENAPRED "Lineamientos Nacionales sobre Movilidad Humana en el Contexto del Cambio Climático y los Desastres", donde el país ha compartido su experiencia en plataformas internacionales dedicadas a la reducción del riesgo de desastres, incluyendo cursos internacionales sobre desplazamientos por desastres y la Conferencia Sudamericana sobre Migraciones; la actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en salud donde el Ministerio de Salud (Minsal) ha involucrado la colaboración con organismos internacionales como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Organismo Andino de Salud (ORAS-CONHU); y en el ámbito científico, la Armada de Chile, a través de su programa CIMAR (Centro de Instrucción y Capacitación Marítima), ha contribuido al programa "Global Challenger 150 - A Decade to Study Deep-Sea Life", fortaleciendo la cooperación para el estudio de la vida en las profundidades marinas.

4.8.1.1 Institucionalidad encargada de llevar a cabo la cooperación

Departamento de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (DIMA - CCDS)

Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL)

El DIMA - CCDS se encarga de coordinar y gestionar los acuerdos multilaterales en cambio climático y desarrollo sostenible, así como de participar en las negociaciones internacionales en estos temas. Entre sus principales responsabilidades están las relativas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), en que DIMA - CCDS actúa como punto focal de Chile; el Diálogo de Cartagena; la Cumbre de Naciones Unidas Río + 20, como Responsabilidad Social Empresarial (RSE); Iniciativa sobre el Principio 10, junto con la CEPAL y el Ministerio del Medio Ambiente; los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), donde coordina los esfuerzos para implementar los ODS en Chile, en seguimiento a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, entre otras.

Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID)

La **Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID)** coordina y administra los recursos de cooperación internacional de Chile. Su misión es apoyar la política exterior chilena mediante cooperación horizontal y triangular, enfocándose en el desarrollo inclusivo, sostenible y en la reducción de desigualdades (MINREL, 2024).

Su estrategia para 2023-2026 prioriza el medio ambiente, recursos naturales y energías renovables, abordando el cambio climático como un "multiplicador de crisis" que agrava problemas como guerras y pandemias y también destaca la importancia de la innovación y nuevas tecnologías para enfrentar desafíos globales y promover el desarrollo económico inclusivo y sostenible. La cooperación con la Unión Europea se considera clave, especialmente en adaptación al cambio climático y digitalización (Ministerio de Relaciones Exteriores [MINREL], 2023).

Actualmente la AGCID continúa trabajando en fortalecer instancias de cooperación y alianzas para maximizar el impacto de sus esfuerzos de cooperación internacional. Dentro de las cooperaciones internacionales para el desarrollo se encuentran la cooperación para el Desarrollo Nacional que Chile recibe, las que se enfocan en las siguientes áreas temáticas: fortalecimiento y modernización institucional; prevención y reducción de desastres; medio ambiente, recursos naturales y energía; agricultura y seguridad alimentaria y desarrollo social, la cooperación sur-sur y la cooperación triangular.

Algunos proyectos que ha desarrollado la AGCID los últimos años son: el encuentro "Ciudadanía Global para el Desarrollo Sostenible y sectores nacionales", donde asistieron representantes del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Ministerio de Educación, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género y el Instituto Nacional de la Juventud, para elaborar la Estrategia Nacional de Educación para el Desarrollo Sostenible (AGCID, 2024a); y el programa de cooperación entre Chile y Uruguay para el período 2024 - 2024, el cual, a través de la VI Comisión Mixta de Cooperación, aprobaron cuatro iniciativas con énfasis en las áreas de fortalecimiento y modernización institucional; desarrollo social y medio ambiente, recursos naturales y energía (AGCID, 2022).

4.8.2 Buenas prácticas y lecciones aprendidas

Lineamientos del Plan nacional de adaptación al cambio climático

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en actualización presenta una serie de lineamientos y guías que constituyen ejemplos de incorporación de lineamientos transversales en políticas públicas de distintos niveles territoriales y de cómo los planes nacionales pueden constituirse en medios para el fortalecimiento de temas fundamentales de adaptación a todo nivel. Entre ellas, el plan incluye una Guía para la Elaboración de los Planes Sectoriales de Adaptación, lineamientos para la integración del enfoque de género en soluciones de adaptación climática, que entrega definiciones y orientaciones que ayudan a transversalizar el enfoque de género interseccional en políticas de acción climática, lineamientos para la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la adaptación al cambio climático en el país y lineamientos para la gestión de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.

Guía de apoyo para la formulación de Planes de Acción Comunales de Cambio Climático

En 2023 el PNUD, junto al Ministerio del Medio Ambiente, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, y la Asociación Chilena de Municipalidades dieron a conocer la *Guía de apoyo para la formulación de Planes de Acción Comunales de Cambio Climático,* la cual facilitará la elaboración de estos documentos para las 346 comunas del país (PNUD, 2023), permitiendo así que los municipios puedan desarrollar sus planes con pasos concretos y estrategias para acelerar la acción climática a nivel local. En la misma línea, en diciembre del mismo año, se dispuso del documento *Antecedentes previos para la generación de lineamientos estratégicos de adaptación para los instrumentos territoriales de la gestión al cambio climático*, el cual permitió complementar esta guía y también establecer directrices para los planes regionales (PARCC) (MMA, 2023a).

Buenas prácticas de proyectos implementados en Chile

En 2022 se publicó el Manual de buenas prácticas y lecciones aprendidas para la adaptación al cambio climático en la agricultura de secano de la Región de O'Higgins, como parte del proyecto **Mejoramiento de la resiliencia al cambio climático de la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins.** Este proyecto, implementado entre 2017 y 2021, con una inversión de casi 10 millones de dólares del Fondo de Adaptación al Cambio Climático, benefició a 558 agricultores y sus familias en 8 comunas: Litueche, Marchigüe, Pichilemu, La Estrella, Pumanque, Paredones, Lolol y Navidad. Su objetivo fue mejorar la resiliencia ante la variabilidad climática, aplicando prácticas agrícolas sostenibles, acceso a maquinaria moderna, sistemas de manejo de riesgo agroclimático y paneles fotovoltaicos para generación de energía (Carrasco *et al*., 2022).

El proyecto abordó desafíos como la escasez hídrica, dado que el área presenta una proyección de disminución del 20-25% en las precipitaciones y un aumento de 3°C en la temperatura para 2040. Además, contribuyó a aumentar la conciencia sobre el cambio climático y buscó mejorar las condiciones de vida y las prácticas agrícolas en la zona (Carrasco *et al*., 2022).

A modo de síntesis, las buenas prácticas que se pueden interpretar desde el manual son: Captación y almacenamiento de aguas lluvias; uso eficiente de agua; mejoramiento de suelos; diversificación productiva; y energía renovable.

Por otro lado, respecto de las lecciones aprendidas, se incluye la adaptación a la variabilidad climática, donde el proyecto demostró que los pequeños agricultores pueden reducir su vulnerabilidad al cambio climático mediante el acceso a tecnologías adecuadas, como la captación de aguas lluvias y la tecnificación del riego. La transferencia de conocimientos, relativa a la capacitación y el apoyo técnico que fueron claves para el éxito del proyecto, ya que muchos agricultores carecían de conocimientos sobre las nuevas técnicas, lo que ayudó a aumentar su capacidad de adaptación y el enfoque comunitario, y cómo involucrar a toda la comunidad fue esencial para la adopción de las prácticas sos-

tenibles. El trabajo colectivo permitió que más familias rurales se beneficiaran y adoptaran estas innovaciones.

En otros programas de cooperación, el proyecto **Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático (2022),** desarrollado por la FAO en colaboración con el gobierno de Chile, identificó diversas lecciones aprendidas que influyen en el desarrollo sostenible del sector pesca y acuicultura en el país, dividiéndolas en factores de éxito e impedimentos/restricciones.

En este proyecto se focalizó el fortalecimiento de capacidades institucionales; la gobernanza local inclusiva; el desarrollo de plataformas; la investigación a largo plazo; y el fortalecimiento del conocimiento.

Los impedimentos/restricciones, se relacionan a la falta de capacidades institucionales, profesionales y técnicas para comprender y gestionar los efectos del cambio climático en el sector de pesca y acuicultura, los sistemas de información incompletos; la falta de financiamiento estable; las fases iniciales de acercamiento que son fundamentales para conocer mejor las características locales antes de comenzar las formaciones y capacitaciones, y el déficit de facilitadores bien capacitados en las temáticas específicas.

Estas lecciones resaltan la importancia de abordar diversas aristas que, a pesar de que fueron analizadas solo para el sector de pesca y acuicultura, pueden ser extrapoladas para otras áreas.

Desde el punto de vista del proyecto **Cerrando la Brecha de Acceso al Agua: Rutas de adaptación en regiones vulnerables,** presentado en la sección anterior, se han desarrollado experiencias para dar forma a las redes de colaboración y gestión en el territorio nacional, de la que probablemente la más reconocida actualmente es el Organismo de Cuenca del Maipo, instancia asociativa apoyada por Fundación Chile, el Gobierno Regional de la Región Metropolitana y el Fondo de Agua del Maipo, y que apunta a una gestión integrada y participativa del agua, que pueda ser replicada a futuro. Escalar instancias de este tipo es fundamental para construir una gobernanza más integrada del recurso que apoye la realización e implementación de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuenca previstos en la LMCC y en la última reforma al Código de Aguas (Billi *et al.*, 2023).

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres

Cabe resaltar los esfuerzos del Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, con la colaboración de múltiples actores sectoriales y otros ministerios, para avanzar en la implementación piloto de una Metodología Global desarrollada por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNDRR) y la Coalición para la Infraestructura Resiliente (CDRI) con el fin de comprender las brechas y los caminos posibles para generar una infraestructura más resiliente ante desastres en el país, considerando además las amenazas y tendencias asociadas con el cambio climático. El trabajo, que se presentó en una mesa de alto nivel durante la cumbre de desarrollo sostenible de la CEPAL de 2024, involucró el trabajo participativo con actores de los sectores de agua, energía transporte, TICs, educación, salud, vivienda, desarrollo social y medio ambiente, entre otros, y permitió la generación de un grupo de trabajo intersectorial en estas materias, que se buscará seguir desarrollando en los próximos meses en estudios pilotos regionales (United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) & Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI)), 2023).

Foto: Arturo Espinosa

4.9 OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ADAPTACIÓN

4.9.1 Procesos participativos

La participación ciudadana en Chile está reconocida en la Ley 20.500 del Ministerio Secretaría General de Gobierno de 2011 "Sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública" (Minsegpres, 2011), que establece que el Estado reconoce el derecho de las personas a participar en sus políticas, planes, programas y acciones". Esta ley permite fortalecer los derechos y deberes de la comunidad, incorporarla en la toma de decisiones, compartir responsabilidades entre los actores, mejorar las iniciativas públicas, promover el intercambio de información, asegurar la transparencia en las decisiones, construir confianza y, en definitiva, lograr mejores políticas y una mejor implementación de las decisiones.

Un ejemplo de este enfoque es la Participación Ciudadana Temprana, impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en las primeras etapas del diseño de instrumentos de política y regulación ambiental. Su objetivo principal es la entrega de información y la recolección de antecedentes o aportes de las personas. Estos mecanismos de participación están definidos en los reglamentos del MMA y pueden incluir la recepción de antecedentes, encuestas, la creación de comités operativos ampliados, mesas público-privadas, cabildos ciudadanos, y el uso de plataformas electrónicas, entre otros. Estos procesos pueden desarrollarse de manera presencial o virtual, permitiendo la participación de cualquier persona natural o jurídica, aunque el Ministerio puede definir actores relevantes basados en criterios como territorialidad, vulnerabilidad, género, edad y representatividad.

En el caso de la LMCC y su reglamento procedimental (MMA, 2023a), además de la participación ciudadana obligatoria establecida para los instrumentos de gestión del cambio climático, se debe generar un expediente público al que cualquier persona o agrupación puede acceder, que contiene documentos, estudios y actos del proceso administrativo y las decisiones tomadas, y está disponible en formato electrónico dentro del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático.

En el marco de la LMCC, las Mesas Territoriales de Acción por el Clima pueden participar en la elaboración y actualización de los Planes de Acción Regional de Cambio Climático, asegurando que las particularidades del territorio sean incluidas en las medidas de mitigación y adaptación. Las propuestas y acciones de estas mesas deben ser consideradas por el Comité Regional para el Cambio Climático, esto queda también reflejado en el artículo 43 del reglamento procedimental (MMA, 2023a).

4.9.2 Riesgos climáticos trasfronterizos

Los riesgos climáticos transfronterizos son una preocupación global, pero los mecanismos internacionales, regionales y locales actuales no están equipados para enfrentar este desafío común. Es necesario que exista una respuesta global para construir resiliencia colectiva frente al cambio climático. Los riesgos transfronterizos no respetan las fronteras nacionales o internacionales y son impulsados tanto por el cambio climático como por nuestras respuestas de adaptación. Un fenómeno climático en un país puede tener impactos que atraviesan fronteras, regiones y océanos para afectar a países distantes (Anisimov & Magnan, 2023).

Las respuestas de adaptación también pueden generar consecuencias transfronterizas. Aunque estas respuestas pueden tener resultados positivos, también pueden redistribuir o aumentar los riesgos al trasladarlos a otros países, sectores o comunidades. Un ejemplo es cuando los países imponen prohibiciones de exportación para proteger sus mercados nacionales de los shocks de precios de los alimentos, lo que puede transformar una crisis local en una crisis alimentaria global. Este tipo de desplazamiento de riesgos también ocurre en la pesca, cuando se consideran los desplazamientos geográficos de las reservas de peces debido al cambio climático desde una perspectiva exclusivamente nacional, lo que puede desencadenar conflictos entre naciones pesqueras (Benzie, 2018).

Chile ha estado fortaleciendo sus redes de cooperación internacional para el trabajo en conjunto sobre temas climáticos y de adaptación. Más información sobre los proyectos llevados a cabo en el periodo de reporte disponibles en el Capítulo de Otra Información Relevante.

El informe de *Adaptation Without Borders* (Anisimov & Magnan, 2023) subraya la importancia de un enfoque integral para gestionar los riesgos climáticos transfronterizos. Las políticas nacionales, regionales e internacionales deben cooperar para abordar estos riesgos en todos los niveles y sectores. El informe reporta los siguientes riesgos transfronterizos:

Aunque no existen estudios locales sobre riesgos transfronterizos, Chile, en su extensión y posición geográfica, se ve afectado por múltiples riesgos de los presentados por la *Adaptation Without Borders* (Anisimov & Magnan, 2023).

Chile, con más de 7.000 kilómetros de frontera, comparte recursos hídricos con Perú, Bolivia y Argentina, una situación influida por la cordillera de los Andes, que configura el curso de muchos ríos y crea desafíos entre las delimitaciones geográficas y la realidad física de estos cuerpos de agua. En el sur, Chile comparte cerca de 5.000 kilómetros de frontera y recursos hídricos con Argentina, mientras que en el norte enfrenta temas similares con Perú y Bolivia. Con Bolivia, se destacan las cuencas andinas

Titicaca-Desaguadero y Poopo-Coipasa como ejemplos de aguas compartidas (Centro UC de Derecho y Gestión de Aguas, 2018).

En una sesión de "Diálogos Interactivos", organizada por la Academia Diplomática de Chile (Academia Diplomática de Chile, 2020), se abordó la relevancia de los recursos hídricos compartidos en la política exterior chilena. La discusión destacó la creciente demanda global de agua y su importancia estratégica para el país. Dada la diversidad climática de Chile, la gestión hídrica requiere enfoques especializados, incluyendo políticas de cooperación internacional. Se presentaron indicadores clave para anticipar conflictos en aguas compartidas, entre ellos el Estrés Hídrico y los Riesgos Políticos y Sociales. Estos indicadores evidencian 19 zonas críticas en las fronteras norte y sur de Chile, lo cual subraya la importancia de la "hidro-diplomacia". En este contexto, se identificaron objetivos prioritarios: garantizar el abastecimiento, gestionar eficazmente el recurso con países vecinos, promover el crecimiento económico y asegurar la sustentabilidad (Academia Diplomática de Chile, 2020). Finalmente, se resaltó la necesidad de fortalecer acuerdos hídricos y desarrollar tecnologías como la desalinización para transformar tensiones en oportunidades, posicionando a Chile como un referente en tecnología y gestión hídrica en la región.

Es fundamental ampliar y actualizar la información sobre los recursos hídricos compartidos, establecer una agenda de gestión de aguas transfronterizas que fomente el diálogo y la colaboración regional, y mejorar los sistemas de información cartográfica e hídrica para monitorear la cantidad y calidad de estas aguas compartidas.

El cambio climático está afectando los ecosistemas oceánicos y costeros, provocando desplazamientos geográficos de las poblaciones de peces, lo que incrementa las tensiones económicas y geopolíticas. La sobrepesca en las zonas económicas exclusivas (ZEE) y el incentivo de capturar peces antes de que desaparezcan generan riesgos para los suministros globales. Los marcos globales actuales no abordan adecuadamente la pérdida de peces en jurisdicciones nacionales y los acuerdos regionales son limitados. Esto revela una falta de políticas para gestionar los riesgos climáticos transfronterizos en los recursos oceánicos. Se necesita diseñar mecanismos internacionales para ayudar a los países a adaptarse a estos riesgos.

A pesar de los efectos visibles del cambio climático, revertir la situación es complejo sin cambios drásticos en el estilo de vida. Parouffe *et al.* (2023) y Universidad de Chile (2023) resaltan la necesidad de diseñar estrategias de gestión y adaptación para los recursos marinos, considerando las respuestas de los organismos a múltiples factores estresantes. En conclusión, la pesca y acuicultura en Perú y Chile están en riesgo debido a estos cambios (Universidad de Chile, 2023).

Por otro lado, en el caso de la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, aunque la mayoría de las respuestas son locales, se pueden desarrollar estrategias internacionales para prevenir la propagación transfronteriza. El aumento de casos de dengue en Sudamérica, con cifras récord en Brasil, Paraguay y Argentina, ha puesto en alerta a las autoridades sanitarias de la región. En Chile, la presencia del mosquito *Aedes aegypti,* principal vector del Dengue, fue detectada en el norte y en Rapa Nui, lo que llevó al Ministerio de Salud (Minsal) a declarar una alerta sanitaria en varias regiones. Aunque no existen casos autóctonos en Chile continental y todos los diagnosticados son contagios en el extranjero, el cambio climático y fenómenos como El Niño han creado condiciones favorables para el mosquito, que fue erradicado en el país a mediados del siglo XX y ahora podría adaptarse y expandirse nuevamente en zonas urbanas y rurales (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2024b; Universidad Católica del Maule, 2023; Universidad de Valparaíso, 2024).

La comunidad científica y el Minsal realizan una vigilancia activa en el norte del país y la academia participa en estudios sobre la evolución y comportamiento del mosquito. Esto incluye colaboraciones en proyectos de monitoreo que buscan anticipar posibles brotes y mejorar las medidas preventivas. En conjunto, el trabajo del Estado y la investigación científica son esenciales para controlar al vector y proteger a la población (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2024b, 2024a; Universidad Católica del Maule, 2023; Universidad de Valparaíso, 2024). En este sentido, internacionalmente, Chile es parte de la Estrategia de gestión integrada para la prevención y el control del dengue (EGI-dengue) llevado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), un modelo de gestión que tiene por objetivo fortalecer programas nacionales con vistas a reducir la morbilidad, la mortalidad y la carga social y económica generada por los brotes y las epidemias de Dengue, donde uno de los ejes de la estrategia son las alianzas para el manejo integrado del vector.

Foto: Bryan Contreras

BIBLIOGRAFÍA

Academia Diplomática de Chile. (2020). Aguas Fronterizas Compartidas en el marco de la Política Exterior de Chile. https://academiadiplomatica.cl/aguas-fronterizas-compartidas-en-el-marco-de-la-politica-exterior-de-chile/

ACADES. (2024). Reúso de aguas residuales: propuestas para su impulso en Chile. https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2024/07/Acades_paper_reuso_de_aguas_residuales_06-2024-1.pdf

ACHIPIA. (2023). Cambio climático: efectos en la inocuidad y seguridad alimentaria en Chile. https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2023/02/INFORMATIVO-OBIC-FEB-2023_5-1.pdf

Acuña, I., Navarro, P., & Madariaga, M. (s. f.). Plagas agrícolas y cambio climático: desafíos y manejo. Recuperado 28 de octubre de 2024, de https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/13b46beb-fc69-4067-9667-49a55b047803/content

AdaptaClima. (2022). Acciones para la adaptación. https://adaptaclima.org/acciones-para-la-adaptacion/

AdaptaClima. (2024). El proyecto AdaptaClima. https://adaptaclima.org/proyecto/

AGCID. (2022). Chile y Uruguay definen programa de cooperación para el periodo 2023-2024. https://www.agcid.gob.cl/noticias/2299-chile-y-uruguay-definen-programa-de-cooperacion-para-el-periodo-2023-2024

AGCID. (2024a). AGCID conformará mesa de trabajo para elaborar la Estrategia Nacional de Educación para el Desarrollo Sostenible. https://www.agci.cl/noticias/2432-agcid-conformara-mesa-de-trabajo-para-elaborar-la-estrategia-nacional-de-educacion-para-el-desarrollo-sostenible

AGCID. (2024b). Sur-Sur. https://www.agci.cl/que-es-la-cooperacion/sur-sur

AGCID. (2024c). Triangular. https://www.agci.cl/que-es-la-cooperacion/triangular

Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID). (2023). Informe final de cuenta pública: agencia chilena de cooperación internacional para el desarrollo, año 2023.

AGRIMED. (2008). Análisis de Vulnerabilidad del Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos y Edáficos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático.

Aguirre, C., & Barraza, J. (2023). Análisis (CR)2 | Marejadas "anormales", cada vez más frecuentes. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. https://www.cr2.cl/analisis-cr2-marejadas-anormales-cada-vez-mas-frecuentes/

Aldunce, P., Rojas, M., Guevara, G., Álvarez, C., Billi, M., Ibarra, C., & Sapiains, R. (2021). Enfoque Transformación: Adaptación. https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2021/10/transformacion_adaptacion.pdf

Aldunce, P., & Vicuña, S. (2019). Adaptación al cambio climático en Chile: Brechas y recomendaciones. Informe de las mesas Adaptación y Agua. Santiago: Comité Científico COP25. https://cdn.digital.gob.cl/filer_public/d1/61/d1612dac-da21-46e7-af52-2ae1d1e4f196/1adaptacion-brechas-aldunce.pdf

Alegría, V. (2024). Erosión costera: un fenómeno multifactorial que pone en riesgo las playas chilenas. Universidad de Chile. https://uchile.cl/noticias/219138/erosion-costera-fenomeno-multifactorial-que-afecta-las-playas-

Álvarez Garretón, C., Boisier, J. P., Blanco, G., Billi, M., Nicolás-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., Urrutia Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Christie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023). Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro. https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2023/12/Informe_Seguridad_HidricaCR2.pdf

Álvarez-Garretón, C., Boisier, J. P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., Urrutia-Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Chirstie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023). Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro.

Álvarez-Garreton, C., Mendoza, P. A., Boisier, J. P., Addor, N., Galleguillos, M., Zambrano-Bigiarini, M., Lara, A., Puelma, C., Cortes, G., Garreaud, R., McPhee, J., & Ayala, A. (2018). The CAMELS-CL dataset: catchment attributes and meteorology for large sample studies - Chile dataset. Hydrology and Earth System Sciences, 22(11), 5817-5846. https://doi.org/10.5194/hess-22-5817-2018

Anisimov, A., & Magnan, A. K. (eds.). (2023). The Global Transboundary Climate Risk Report. https://adaptationwithoutborders.org/knowledge-base/adaptation-without-borders/the-global-transboundary-climate-risk-report

APRISA. (2022). Actualización Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de aguas lluvias de Antofagasta. https://adaptaclima.org/wp-content/uploads/2023/02/AdaptaClima-PMA-Resumen-Ejecutivo-1.pdf

ARClim. (s. f.). Infografía de Arclim. Recuperado 1 de agosto de 2024, de https://arclim.mma.gob.cl/atlas/aprendizaje/

Ayala, Á., Farías-Barahona, D., Huss, M., Pellicciotti, F., McPhee, J., & Farinotti, D. (2020). Glacier runoff variations since 1955 in the Maipo River basin, in the semiarid Andes of central Chile. The Cryosphere, 14(6), 2005-2027. https://doi.org/10.5194/tc-14-2005-2020

Barría, P., Sandoval, I. B., Guzman, C., Chadwick, C., Alvarez-Garreton, C., Díaz-Vasconcellos, R., Ocampo-Melgar, A., & Fuster, R. (2021). Water allocation under climate change. Elementa: Science of the Anthropocene, 9(1). https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00131

Beguería, S., Vicente-Serrano, S. M., Reig, F., & Latorre, B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. International Journal of Climatology, 34(10), 3001-3023. https://doi.org/10.1002/joc.3887

Benzie, M. , A. K. M. , R. E. , M. A. K. , P. A. , N. R. , K. R. J. T. , H. K. , T. S. and K. A. (2018). Meeting the global challenge of adaptation by addressing transboundary climate risk. https://www.sei.org/publications/transboundary-climate-risk/

Beyá, J., Álvarez, M., Gallardo, A., Hidalgo, H., & Winckler, P. (2017). Generation and validation of the Chilean Wave Atlas database. Ocean Modelling, 116, 16-32. https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.06.004

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2022). LEY 21455 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO. En www.bcn.cl/leychile. https://www.bcn.cl/leychile

BIDAT Banco Integrado de Datos. (2021). Encuesta de bienestar social. Ministerio de Desarrollo Social. https://bidat.midesof.cl/directorio/Encuestas/encuesta-de-bienestar-social/EBS%20-%20Encuesta%20de%20bienestar%20social

Billi, M., Moraga, P., Aliste, E., Maillet, A., O'Ryan, R., Sapiains, R., & Bórquez, R. (2021). Gobernanza Climática de los Elementos. Hacia una gobernanza climática del agua, el aire, el fuego y la tierra en Chile, integrada, anticipatoria, socio-ecosistémica y fundada en evidencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2021/08/Informe_a_las_Naciones_Gobernanza_de_los_Elementos.pdf

Billi, M., Rauld, J., Álamos, N., Amigo, C., Calvo, R., Neira, C. I., & Urquiza, A. (2021). Marco Analítico Integrado y Propuesta de Índice para la Resiliencia Urbana al Clima. https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2021/09/Billi-M-et-al-2021-Marco-conceptual-integrado-y-propuesta-de-%C3%ADndice-de-resiliencia-al-clima.pdf

Ver más referencias

Foto: Tomás Gómez

Necesidades y Apoyo recibido y entregado en materia de cambio climático

5

Foto: Nicolás Smith D.

COLABORADORES

Coordinadora de Capítulo

Sandra Briceño Pérez (Ministerio del Medio Ambiente).

Equipo de trabajo responsable de la elaboración de contenidos

Kimberly Cantillana (MMA), Vladimir Figueroa (MMA), Rodrigo Rojo (UNDP), Leonora Rojas (MMA), Ana Guerrero (FAO), Constanza Alfaro (E2BIZ), Isabel Quesney (E2BIZ), Sebastián Cepeda (E2BIZ).

Contrapartes colaboradoras en la preparación de contenidos

Soledad Ugarte (Min Ciencia, incluye ANID), Carlos Morales (Min Ciencia, incluye ANID), Nataly Cabrera (SENAPRED del Min Interior), Rodrigo Barrera (AgenciaSE), Carolina Aguayo (CORFO), Ambrosio Yobanolo (ASCC de CORFO), Ricardo Vásquez (DGAC de la DMC), María José Chacón Laura Silva (DIRECTEMAR, SHOA y Subse FFAA del Min Defensa), Nicole Cabrera (Min Minería), Barbara Salinas (Min Minería), Carlos Silva (Min Minería), Loreto Maza (Ministerio de la Mujer y EG), Fabiola Miranda, (Subsecretaría de Educación del Mineduc), Julio Monreal y Paola Pontoni (Departamento de Emergencias y Desastres del Minsal), Katherine Urcelay (Minvu), Andrea Osses (MOP, DGA), María Aedo (MOP, DGA), Maximiliano Bolados (MOP, DGOP), Rodrigo Farías (SISS), Claudia García (MTT), María José García (MEN), Vladimir Figueroa (MMA), Jorge Ibáñez (Subdere), Daniela Peña (SMA), Iván Mertens (AGCID del Minrel), Jaime Giacomozzi (Minagri), Liliana Villanueva (Minagri, Segra), Orietta Valdés (MIDESO), Elisa Muñoz (MIDESO), Francisca Henriquez (Minecon), Allan Gómez (Minecon), Elaine Gibbons (Minecon), María Teresa Ruiz-Tagle (CLG, Lideres empresariales por la Acción Climática), Alejandra Arochas (Acción Empresa), Jocelyn Ann Black (Chapter Zero Chile), Florencia Mesa (Climatech).

1IBT 5CN

Necesidades y apoyo recibido y entregado en materia de cambio climático

ÍNDICE

5.1 INTRODUCCIÓN 432

5.2 NECESIDADES RESPECTO DE LA ACCIÓN CLIMÁTICA Y BARRERAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN 434

5.2.1 ANÁLISIS DE NECESIDADES DEL SECTOR PÚBLICO 436

5.2.1.1 Necesidades y posibles soluciones identificadas según ámbito de acción 439

5.2.1.2 Análisis respecto de los plazos de las necesidades manifestadas 458

5.2.1.3 Priorización de Necesidades Sector Público 459

5.2.2 ANÁLISIS DE NECESIDADES DEL SECTOR PRIVADO 460

5.3 APOYO A LA ACCIÓN CLIMÁTICA 461

5.3.1 APOYO RECIBIDO EN EL PERIODO 2022-2024 (5CN Y 1BTR) 462

5.3.1.1 Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales 463

5.3.1.2 Apoyo internacional recibido para actividades relacionadas con el cambio climático 464

5.3.1.3 Apoyo recibido en materia de Transparencia 473

5.3.2 APOYO ENTREGADO (NACIONAL) A ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO (CN) 475

5.4 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA NECESIDAD IDENTIFICADA Y EL APOYO ENTREGADO PARA EL SECTOR PÚBLICO 476

BIBLIOGRAFÍA 478

Foto: Ilenia Donoso

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen Necesidades Sector Público 437
Tabla 2: Necesidades identificadas para el ámbito de reporte, en la dimensión Apoyo a la Transparencia 439
Tabla 3: Necesidades detalladas en el ámbito INGEI, y dimensión de Desarrollo de Capacidades 440
Tabla 4: Necesidades en el ámbito de la mitigación, y la dimensión Apoyo Financiero 441
Tabla 5: Necesidades en el ámbito de la mitigación, en la dimensión Desarrollo de Capacidades 443
Tabla 6: Necesidades en el ámbito de la mitigación, en la dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología 445
Tabla 7: Necesidades en el ámbito de la adaptación, en la dimensión Apoyo Financiero 447
Tabla 8: Necesidades en el ámbito de la adaptación, en la dimensión Desarrollo de Capacidades 449
Tabla 9: Necesidades en el ámbito de la adaptación, en la dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología 453
Tabla 10: Necesidades en el ámbito de transversal, en la dimensión Apoyo Financiero 454
Tabla 11: Necesidades en el ámbito de transversal, en la dimensión Desarrollo de Capacidades 455
Tabla 12: Necesidades en el ámbito de transversal, en la dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología 458
Tabla 13: Priorización de necesidades por ámbito 459
Tabla 14: Apoyo recibido por Chile para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales 463
Tabla 15: Detalle del Apoyo financiero adjudicados, por tipo de donante, 2020-2022 465
Tabla 16: Detalle de recursos para actividades de Desarrollo de Capacidades, por tipo de donante, periodo año 2022-2024 469
Tabla 17: Iniciativas relacionadas con Transferencia Tecnológica, periodo 2022-2024 472
Tabla 18: Iniciativas relacionadas con Trasparencia, periodo 2022-2024 473
Tabla 19: Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático 475

1BT 5CN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología para el levantamiento y análisis de la información 435
Figura 2: Distribución de Necesidades y brechas declaradas por ámbito 436
Figura 3: Necesidades reportadas por ámbito y dimensión de apoyo principal 436
Figura 4: Distribución de las Necesidades por dimensión del apoyo principal 437
Figura 5: Priorización de brechas identificadas “muy altas” sectorialmente 438
Figura 6: Priorización de brechas identificadas “altas” sectorialmente 438
Figura 7: Distribución de montos recibidos por Chile en el período 2022-2024 462
Figura 8: Monto Total del apoyo (USD$) por entidad donante 463
Figura 9: Apoyo recibido en materia de Financiamiento según ámbito 464
Figura 10: Apoyo total recibido en materia de Financiamiento por tipo de fuente 468
Figura 11: Apoyo recibido en materia de Desarrollo de Capacidades según ámbito 468
Figura 12: Apoyo total recibido en materia de Desarrollo de Capacidades por tipo de fuente 471
Figura 13: Apoyo recibido en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología según ámbito 471
Figura 14: Apoyo total recibido en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología por tipo de fuente 472
Figura 15: Apoyo total recibido en materia de transparencia por dimensión y tipo de fuente 474
Figura 16: Monto de brecha entre apoyo requerido y recibido perírodo 2022-2024 476
Figura 17: Distribución porcentaul de la brecha entre apoyo requerido y recibido por ámbito perírodo 2022-2024 476
Figura 18: Distribución de la brecha entre apoyo requerid y recibido por ámbito y dimensión 477

5.1 INTRODUCCIÓN

Enfrentar el cambio climático en Chile requiere de un entorno habilitante que incluya financiamiento adecuado, creación de capacidades, desarrollo institucional y transferencia tecnológica. Sin embargo, la ausencia de estas condiciones dificulta la implementación efectiva de la acción climática, especialmente en un país en desarrollo como Chile, en donde estas necesidades compiten con otras prioridades nacionales como la salud, educación y empleo.

Desde la Cuarta Comunicación Nacional, Chile ha avanzado en la mejora de su institucionalidad, reflejado en iniciativas como la aprobación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) en mayo de 2022. Durante el mismo año se trabajó en el fortalecimiento de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) con foco en la reducción de emisiones de metano, transición justa y gobernanza climática a nivel nacional, a través de la LMCC. Asimismo, a finales de 2021 se presentó oficialmente la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), hoja de ruta que establece los objetivos y metas sectoriales concretas que permitirán que Chile sea carbono neutral y con resiliencia climática a más tardar a 2050 (MMA, 2021).

También se han realizado esfuerzos significativos en el ámbito del financiamiento climático, destacando el Marco de Bonos Vinculados a la Sostenibilidad (Marco SLB), definido por el Ministerio de Hacienda, el cual proporciona información clara y transparente al mercado, relacionada con los futuros Bonos Verdes, Sociales, Sostenibles y Vinculados a la Sostenibilidad (SLB). La emisión de estos Bonos ha demostrado los beneficios económicos y ambientales de las inversiones sostenibles en el país. (Ministerio de Hacienda, 2023)

Este capítulo presenta información relevante sobre las necesidades específicas de Chile en la gestión del cambio climático, así como sus barreras y brechas. También se especifica el apoyo internacional recibido por Chile para la acción climática durante el último bienio y los aportes entregados por el país a otras naciones. La información que se presenta es el resultado de un proceso de reporte sectorial sobre sus necesidades de apoyo y aquellos apoyos recibidos y entregados bajo las siguientes definiciones:

- **Necesidades:** necesidades financieras de los organismos para la ejecución de acción climática futura.
- **Apoyos recibidos:** apoyos recibidos por Chile para la acción climática -ya sean financieros, tecnológicos o de capacidades-, entregados por parte de instituciones/organismos internacionales u otras naciones.
- **Apoyos entregados:** apoyos entregados por Chile a otras naciones para la acción climática, ya sea financieros, tecnológicos o de capacidades.

Para la clasificación y posterior análisis de los apoyos y necesidades reportados, se utilizaron las siguientes categorías, según lo establecido en los lineamientos de la CMNUCC:

Ámbitos: objetivo de los aportes / necesidades

- **Reporte (R):** son aquellas actividades, proyectos o programas desarrollados con el objetivo de cumplir con los compromisos del país, sobre el 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 nuevos Informes Bienales de Transparencia (BTR) -correspondientes a los anteriores Informes Bienales de Actualización (IBA)- y las respectivas Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).
- **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.

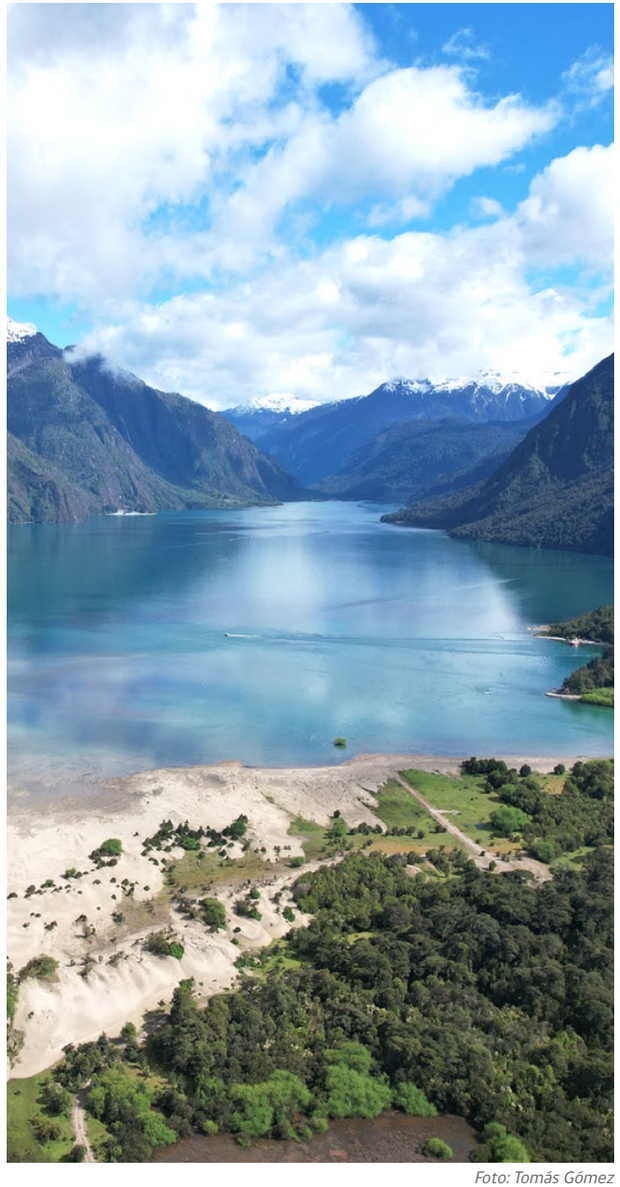


Foto: Tomás Gómez

Foto: Nicolás Smith D.

- **Mitigación (M):** son aquellas acciones, políticas, proyectos y programas que se desarrollan con el objetivo de aportar directa o indirectamente a reducir las fuentes de emisión o incrementar las absorciones de GEI.
- **Adaptación (A):** se refiere al desarrollo de políticas, planes, programas y acciones orientadas a enfrentar y minimizar los impactos adversos y riesgos emergentes del cambio climático y aprovechar las posibles oportunidades derivadas de los cambios provocados por este fenómeno.
- **Transversales (T):** acciones que abarcan acciones de mitigación y adaptación.
- **Negociación internacional (N):** se refiere a aquellas acciones que tienen el objetivo de robustecer las capacidades nacionales frente a la negociación multilateral de cambio climático.

Dimensiones del apoyo / de las necesidades: espacio de acción en el que se enmarca la mayoría de los objetivos del proyecto financiado/para el cual se requiere financiamiento.

- **Apoyo a la transparencia:** acciones tendientes a la generación de los reportes solicitados por la CMNUCC.
- **Apoyo financiero:** se refiere a la movilización de fondos que contribuyen al desarrollo de instrumentos de política pública climática como políticas, programas y proyectos.
- **Desarrollo de capacidades:** proceso que busca aumentar/mejorar la capacidad de los individuos, organizaciones e instituciones, para la identificación, planificación e implementación de acciones de mitigación y adaptación.
- **Desarrollo y Transferencia de tecnología:** desarrollo de actividades que apuntan a la aplicación de conocimiento para la producción de nuevos productos o procesos tecnológicos, o a la mejora de productos y procesos existentes y/o conjunto de procesos que cubren el intercambio de conocimientos, financiamiento y bienes, que conducen a la difusión y cooperación tecnológica a través y dentro de los países.

La información proporcionada está estructurada en dos partes: (1) necesidades, barreras y brechas en los sectores público y privado, y (2) apoyo a la acción climática; analizándose dichas categorías según sus ámbitos y dimensiones.

1. Necesidades respecto de la acción climática y barreras para su implementación, tanto del sector público como privado

2. Apoyo a la acción climática, clasificada a su vez en tres tipos:

   i. Apoyo recibido para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales

   ii. Apoyo recibido para actividades relacionadas con el cambio climático

   iii. Apoyo nacional entregado para actividades relacionadas con el cambio climático

5.2 NECESIDADES RESPECTO DE LA ACCIÓN CLIMÁTICA Y BARRERAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN

Chile se encuentra imbuido en un proceso de fortalecimiento de su institucionalidad relacionada con el cambio climático, y apoyando el desarrollo de capacidades y la implementación de iniciativas y avances en el área. No obstante, aún queda camino por recorrer y es importante identificar las necesidades que se proyectan para la acción climática a futuro, aquellas iniciativas identificadas que aportan a la solución de estas, y las posibles barreras que han de superarse para la instalación de una gobernanza, proyectos y avances que apoyen al país en el cumplimiento de las metas a las que se ha comprometido a nivel global.

La institucionalidad del Cambio Climático en el país está cargo del Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), entidad coordinada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) e integrada por puntos focales de todos los ministerios competentes en la materia. El ETICC ha sido una pieza fundamental en el proceso de creación de diferentes políticas públicas nacionales, regionales y sectoriales y es el principal informante en base al cual se ha construido el presente capítulo de Apoyos y Necesidades para la 5ta Comunicación Nacional (5IBT) y para el 1er Informe Bienal de Transparencia (1IBT).

Bajo esta colaboración estratégica, se han levantado las necesidades actuales de los servicios públicos del país que apuntan al cumplimiento de las metas de carbono neutralidad y resiliencia a 2050, de los compromisos establecidos en la ECLP, al seguimiento de la implementación de la NDC y a la implementación de Ley Marco de Cambio Climático. Se entenderán como "Necesidades", aquellas necesidades financieras de los organismos para la ejecución de acción climática. Asimismo, se han identificado y se informan en el presente reporte, las acciones que han de implementarse para la satisfacción de estas necesidades, su costo y las principales barreras que han de franquearse para instalar dichas medidas.

Así, este análisis busca relevar el alcance financiero que habría de significar la movilización de recursos que suplieran las necesidades prioritarias para los servicios y de entender su vinculación con los planes de acción que se están implementando a nivel país

La metodología aplicada para el levantamiento y análisis de la información sobre necesidades para la acción climática presentada de esta sección fue la siguiente:

- *Análisis documental* para el reporte de necesidades, acorde a la información reportada en la 4ta Comunicación Nacional y el 5to Informe Bienal de Actualización (y en los lineamientos de la Decisión 5/CMA y Decisión 18/CMA de la CMNUCC) a fin de asegurar consistencia y comparabilidad en el tiempo.
- *Diseño de método de captura de información primaria* (formulario) para el auto reporte por parte de los ETICC de los servicios públicos.
- *Capacitación y empoderamiento de actores en consulta*; sesiones de trabajo con el ETICC. En esta se explican los alcances del proyecto y sus plazos y se lleva a cabo una muestra paso a paso para el llenado del formulario, con aclaración de conceptos y ejemplos.
- *Levantamiento de información primaria;* envío de formulario a cada contraparte del ETICC, en donde se solicita información respecto de las principales necesidades de cada servicio público, posibles soluciones, barreras para su implementación y aporte de apoyo necesario para solventar cada necesidad.
- *Recepción y validación de información primaria reportada;* revisión y validación de formularios. Comunicación con la contraparte ETICC en caso de faltar información o necesitar aclaraciones.
- *Consolidación de información para el análisis:* se normaliza y tabula la información según ámbito y área de necesidad para su presentación según los formatos requeridos y análisis.

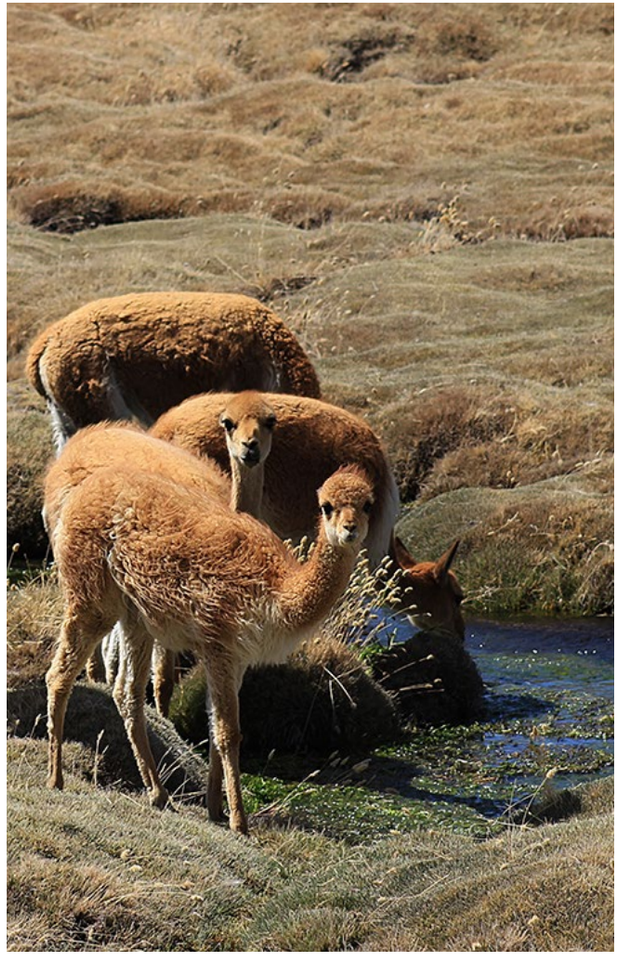


Foto: Bryan Contreras

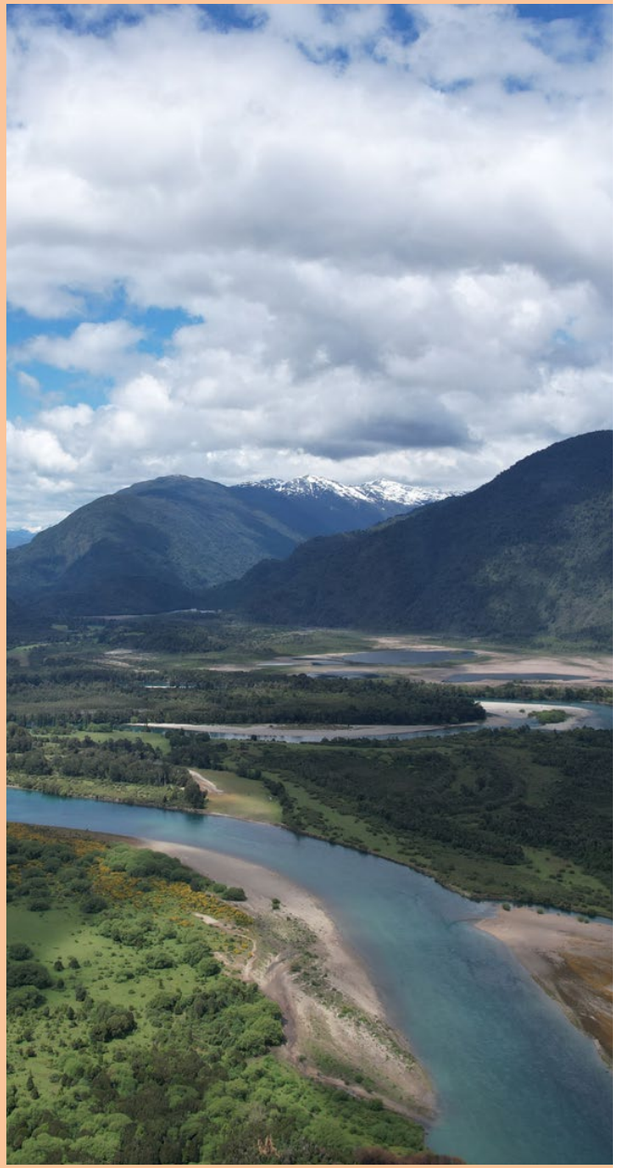


Foto: Tomás Gómez

1
- Análisis documental para el reporte de necesidades
- 4ta Comunicación Nacional; 5to Informe Bienal de Actualización; Decisión 5/CMA y Decisión 18/CMA de laCMNUCC
- Consistencia y comparabilidad en el tiempo

2
- Diseño de método de captura de información primaria
- Formulario para el auto reporte por parte de los ETICC de los servicios públicos

3
- Capacitación y empoderamiento de actores en consulta
- Sesiones de trabajo con el ETICC, alcances del proyecto, plazos, llenado del formulario, conceptos y ejemplos

4
- Levantamiento de información primaria
- Envío de formulario a cada contraparte del ETICC, reporte de las principales necesidades, posibles soluciones, barreras para su implementación

5
- Recepción y validación de información primaria reportada
- Revisión de formularios
- Contacto con contraparte ETICC (completitud de información, aclaraciones)

6
- Consolidación de información para el análisis
- Normalización de base de datos según ámbito y área de necesidad
- Presentación según los formatos requeridos y análisis

Figura 1: Metodología para el levantamiento y análisis de la información.
Fuente: elaboración propia.

Para el sector privado se utilizó otra metodología, basada en el desarrollo de entrevistas a agentes clave de organizaciones que aúnan a diversos actores del mundo empresarial.

5.2.1 Análisis de Necesidades del Sector Público

El diagnóstico de las necesidades reportadas por las instituciones del sector público que fueron consultadas, da cuenta de elementos relevantes para la focalización de acciones y la gestión de barreras que se necesitarán para su satisfacción.

Del total de necesidades reportadas, en los 6 ámbitos identificados, el 44% estaría vinculada al área de Adaptación, el 26% en el área de Mitigación y un 25% con iniciativas que son transversales a estos dos aspectos. Solo un 3% refiere a necesidades para mejorar mediciones de gases de efecto invernadero (INGEI) y un 1% para llevar acciones de Reporte. No se levantaron para este período necesidades que aludan al ámbito de "Negociación internacional". Estos porcentajes corresponden a las cantidades que se observan en Figura 2.

Esta distribución de necesidades se enfoca, al igual que en el reporte anterior, mayoritariamente en acciones de adaptación, mitigación y transversales (80% en 5IBA; 95% en 5CN-1IBT); no obstante, una distribución antes equivalente entre estos tres aspectos, en el informe actual agrupa a casi la mitad de las necesidades en la categoría de "Adaptación". Respecto de las necesidades de la categoría INGEI, en el reporte actual se presentan en menor proporción que en el pasado (9% en IBA5), en cuanto otros elementos de adaptación y mitigación estarían tomando lugar con más fuerza entre las necesidades de los organismos consultados. Ver Figura 3.

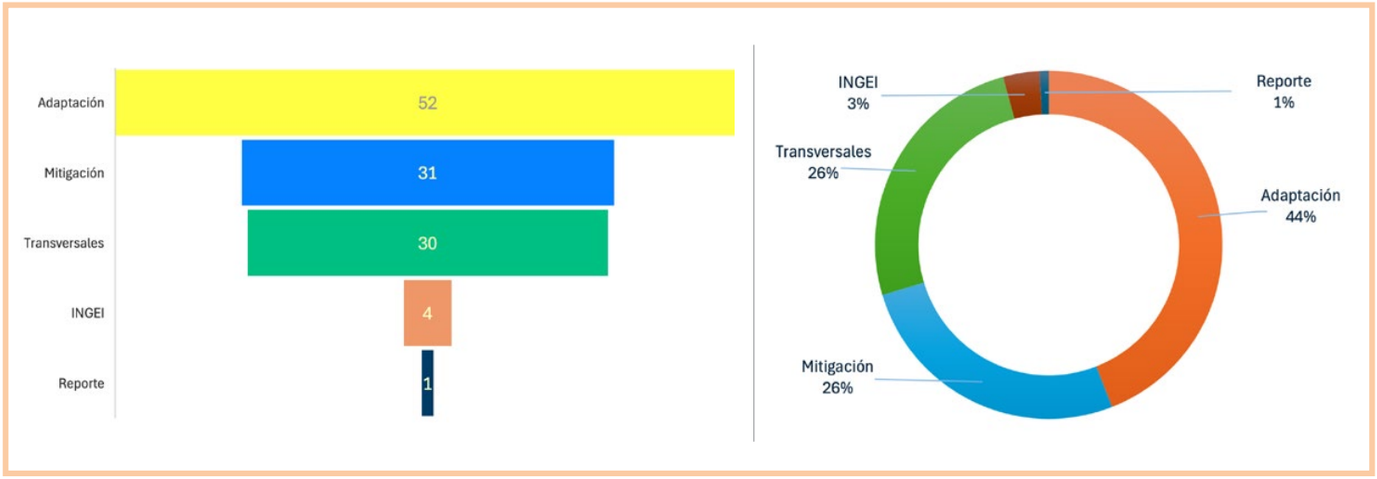


Figura 2: Distribución de necesidades y brechas declaradas por ámbito.
Fuente: elaboración propia, 2024

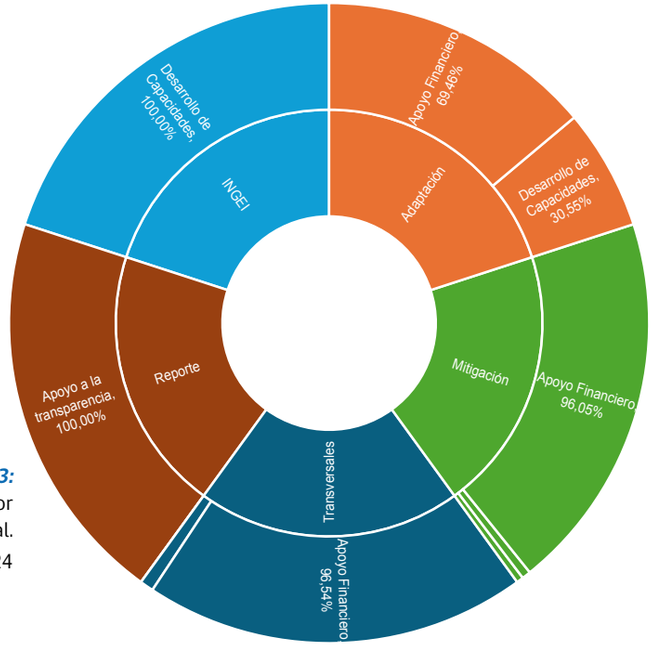


Figura 3:
Necesidades reportadas por ámbito y dimensión de apoyo principal.
Fuente: elaboración propia, 2024

Con respecto a la distribución de necesidades según su dimensión, en el ámbito de adaptación, al igual que en el reporte pasado, se presenta un mayor porcentaje de necesidades en Desarrollo de Capacidades con 58%, (60% en IBA5), para mitigación si bien, se presentó un mayor porcentaje de necesidades en la dimensión Desarrollo de Capacidades con 45%, al igual que en el reporte anterior (52% IBA5), para este periodo han disminuido las necesidades y equiparado con respecto a la dimensión de Desarrollo y transferencia de Tecnología. Para el ámbito transversales, de la misma forma que en el reporte anterior, la principal necesidad se encuentra en Desarrollo de Capacidades con un 73%. En materia de INGEI, a diferencia de lo reportado anteriormente, el 100% de las necesidades están en Desarrollo de Capacidades, similar pasa con las necesidades en el ámbito de Reporte donde el 100% de las necesidades están en Apoyo a la Transparencia. Ver Figura 4.

La siguiente tabla representa de forma resumida la cantidad de necesidades identificadas y sus respectivas dimensiones asociadas.

Tabla 1. Resumen Necesidades Sector Público.

Ámbito	N° de Necesidades	%	Dimensión	N° de Necesidades	%
Reporte	1	1%	Apoyo a la transparencia	1	100%
INGEI	4	3%	Desarrollo de capacidades	4	100%
Mitigación	31	26%	Apoyo financiero	11	35%
			Desarrollo de capacidades	14	45%
			Desarrollo y transferencia tecnológica	6	19%
Adaptación	52	44%	Apoyo financiero	20	38%
			Desarrollo de capacidades	30	58%
			Desarrollo y transferencia tecnológica	2	4%
Transversal	29	25%	Apoyo financiero	5	17%
			Desarrollo de capacidades	22	76%
			Desarrollo y transferencia tecnológica	3	10%
Negociación Internacional	0	0%	-	0	0%

Fuente: elaboración propia.

Foto: Bryan Contreras

Tomando en cuenta las dimensiones del apoyo principal a nivel agregado, la mayoría (59%) de las necesidades refieren al "desarrollo de capacidades", un 30% refieren a la implementación de planes, proyectos y tecnologías específicas, agrupados en la categoría de "apoyo financiero" y un 10% apunta a necesidades para impulsar acciones de "desarrollo y transferencia de tecnología". El "apoyo a la transparencia" representa un 1% de las necesidades.

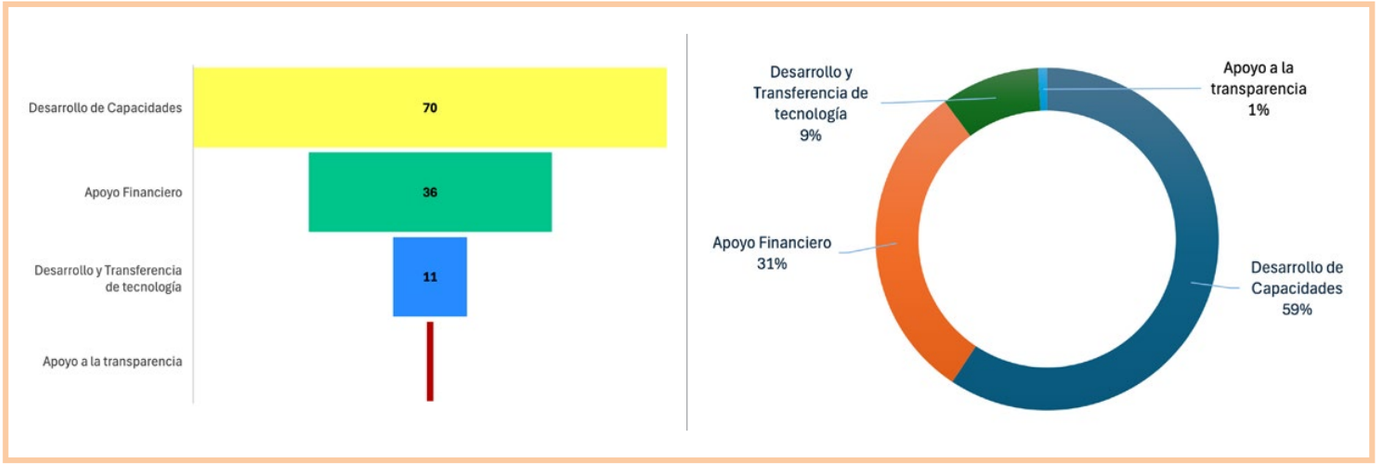


Figura 4: Distribución de las necesidades por dimensión del apoyo principal.
Fuente: elaboración propia, 2024

Es importante destacar dentro de este análisis la identificación de la priorización de las necesidades y brechas que se abordan tanto por ámbito como por su dimensión, las cuales fueron indicadas por cada sector.

Las necesidades declaradas por cada sector nos brindan la posibilidad de identificar la priorización de las brechas a abordar por ámbito. Con esta identificación de prioridades "Muy alta" y "Alta", se logra planificar acciones para satisfacer necesidades en los servicios que las declaran, vinculándolas a las dimensiones declaradas, tal como se detalla en las Figuras 5 y 6.

Foto: Bryan Contreras

Ámbito	Adaptación			INGEI	Mitigación			Transversales	
Dimensión	Apoyo Financiero	Desarrollo de Capacidades	Desarrollo y Transferencia de tecnología	Desarrollo de Capacidades	Apoyo Financiero	Desarrollo de Capacidades	Desarrollo y Transferencia de tecnología	Apoyo Financiero	Desarrollo de Capacidades
Instituciones	ASCC, DMC - DGAC, Min Defensa-FFAA, MINAGRI, MINVU, SENAPRED	ASCC, CORFO, INDAP, Min Minería, MINVU, SISS, Subse Turismo	ASCC, Min Minería	MINVU, Subse Turismo	ASCC, CONAF, MINVU	ASCC, Min Minería, MINVU	Agencia SE, ASCC	CONAF, CORFO, MEN	DIECTEMAR, Min Ciencia y Tecnología-ANID, MINAGRI, MINEDUC, Min Mujer, MINSAL. MINVU, MTT

Figura 5: Priorización de brechas identificadas "muy altas" sectorialmente.
Fuente: elaboración propia, 2024

Ámbito	Adaptación		Mitigación		Transversales		
Dimensión	Apoyo Financiero	Desarrollo de Capacidades	Desarrollo de Capacidades	Transferencia de tecnología	Apoyo Financiero	Desarrollo de Capacidades	Desarrollo y Transferencia de tecnología
Instituciones	ASCC, MinMinería, MINSAL, MMA	ASCC, DMC- DGAC, Min Defensa-FFAA, Min Minería, MINAGRI, MINVU, SENAPRED, SISS	AgenciaSE, MEN, Desarrollo	ASCC	CONAF	MTT	ASCC, CONAF, Min Minería, MMA,	Min Ciencia y Tecnología-ANID, Min Minería

Figura 6: Priorización de brechas identificadas "altas" sectorialmente.
Fuente: elaboración propia, 2024

5.2.1.1 Necesidades y posibles soluciones identificadas según ámbito de acción

Se presenta la información referente a las necesidades relacionadas con el cambio climático a nivel país, posibles soluciones y barreras de implementación que se relacionan con las acciones planteadas. Esto se llevó a cabo a través de un proceso participativo, el cual contempló el envío formal, a través de oficio, de un formulario Excel a las instituciones públicas que componen el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), solicitando información respecto de necesidades y alternativas de solución en el marco de la acción climática que se identifican por parte de cada sector.

1. Necesidades en el ámbito Reporte

Chile ha logrado organizar la elaboración de reportes de manera periódica, cumpliendo con los plazos establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Estos reportes incluyen las Comunicaciones Nacionales, los Informes Bienales de Actualización y las Contribuciones Nacionales. A pesar de los avances, persisten desafíos, como la instalación definitiva de sistemas permanentes de reporte, lo cual requiere asignar un presupuesto específico para respaldar la actividad de reporte de manera continua. La habituación de los sectores con los requerimientos de información solicitados por el MMA ha mejorado, pero aún queda trabajo por hacer. Es necesario avanzar en la sistematización de la información para que esté disponible de manera oportuna y sea útil para la gestión interna de cada organismo. La instalación de sistemas permanentes de reporte contribuiría a optimizar el uso del tiempo de las personas involucradas en la actualización de los reportes.

Tabla 2. Necesidades identificadas para el ámbito de reporte, en la dimensión Apoyo a la Transparencia.

Dimensión Apoyo a la Transparencia					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
MMA	Elaborar reportes para cumplir con lo establecido en el Acuerdo de París y bajo su marco reforzado de transparencia, considerando la calidad de los resultados y la mejora continua. El nuevo marco reforzado de transparencia, crea exigencias nuevas y desafiantes para países en vías de desarrollo, las que se deben cumplir considerando las circunstancias nacionales e implementando mejoras paulatinas	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Creación de capacidades constantes y recursos financieros permanentes para mantener sistemas de información nacionales sostenibles	Permanente, se valoriza monto anual	$500.000

Fuente: elaboración propia.

Respecto de este ámbito, existe solo una necesidad en la dimensión "apoyo a la transparencia". Esta es declarada por parte del Ministerio del Medioambiente y refiere al encauzamiento de recursos permanentes para la elaboración de los reportes que se establecen en el marco reforzado de transparencia del Acuerdo de París.

La satisfacción de esta necesidad requería de un aporte anual y sostenido en el tiempo de USD 500.000, los que el mismo Ministerio indica podrían ser costeados por medio de financiamiento Global Environment Facility (GEF).

2. Necesidades en el ámbito de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)

En cuanto a la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Chile opera a través del Sistema Nacional de Inventarios de GEI (SNICHILE), cuyo objetivo principal es la actualización continua del inventario. El SNICHILE mantiene una colaboración permanente con los ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, y ha asignado personal, así como recursos técnicos y financieros necesarios para la actualización periódica del inventario.

El SNICHILE facilita la preparación y coordinación del INGEI de Chile, buscando avanzar de manera sistemática e incremental en diversos aspectos técnicos. Estos incluyen la mejora continua

de la calidad de las estimaciones de GEI, la calidad de los datos utilizados, la investigación de factores de emisión específicos para las principales categorías, el control y aseguramiento de la calidad, el desarrollo de manuales de procedimientos para la aplicación de temas transversales (como incertidumbre, documentación y archivo, entre otros) y la creación y mantenimiento de capacidades técnicas adecuadas.

Durante el periodo 2022-2024, Chile ha mantenido su compromiso con la sistematización y actualización bienal del INGEI. El Sistema Nacional de Inversiones (SNICHILE) ha sido financiado mediante el presupuesto nacional del gobierno chileno, como en años anteriores. Además, ha recibido fondos de proyectos internacionales, como el Informe Bienal de Actualización, así como del Banco Mundial (en el periodo 2019-2020).

Foto: Bryan Contreras

Tabla 3. Necesidades detalladas en el ámbito INGEI, y dimensión de Desarrollo de Capacidades.

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
Min. Econ - S. Turismo	Conocer la huella de carbono del sector turismo para implementar acciones tendientes a su reducción	ECLP	Medición de la huella de carbono emitida por el sector	2	$30.000
Min. Minería - Cochilco	Recopilar información y estadísticas sobre la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)	Plan Nacional de Mitigación	Aplicación de herramientas digitales para recopilar, almacenar y analizar información	2	-
Minvu	Desarrollar e implementar una metodología de medición y monitoreo de la capacidad de captación y de retención de carbono en parques urbanos	Plan Nacional de Adaptación	Desarrollo e implementación de un estudio que defina la metodología e implemente el monitoreo en proyectos piloto de parques urbanos	2	$60.000
SISS	Catastrar y reducir la huella ambiental del sector sanitario	NDC	Licitación de estudios	2	$50.000

Fuente: elaboración propia.

Las necesidades levantadas en este ámbito para el actual reporte, refieren a la generación de metodologías, compilación de información e implementación de estudios para la medición de la huella de carbono en diferentes sectores (parques urbanos, turismo, sanitario y minería).

La mayor barrera identificada para la solución de los requerimientos de este ámbito atiende a aspectos de financiamiento disponible y posición del país como receptor de fondos internacionales; y en segundo término se aluden limitaciones tecnológicas.

La satisfacción de aquellas necesidades -que fueron valorizadas- en el ámbito de INGEI, requeriría de aproximadamente USD140.000 en un plazo de dos años. Se alude al Fondo Verde del Clima (FVC), al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y al GEF como posibles financistas de estas iniciativas.

3. Necesidades en el ámbito Mitigación

Entre 2022 y 2024, Chile ha demostrado un firme compromiso con la mitigación del cambio climático, implementando diversas acciones, políticas y programas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y aumentar su absorción.

Un hito importante fue la promulgación de la Ley Marco sobre Cambio Climático en 2022, mediante la cual se ha fortalecido la institucionalidad y la gobernanza en este ámbito. Donde se definieron desafíos clave para el sector, como alcanzar la neutralidad de emisiones para 2050, los presupuestos sectoriales de mitigación y los planes de mitigación sectorial, los cuales requieren una gestión y coordinación efectivas para su implementación. Así como también es necesario desarrollar capacidades sectoriales para diseñar e implementar políticas de reducción de emisiones y asegurar nuevos recursos financieros.

Chile ha tomado diversos compromisos, como los establecidos en la NDC 2020 alineados con su visión a largo plazo. La ambición en la acción climática nacional ha aumentado, planteando desafíos significativos, como la transición de los sectores productivos hacia la descarbonización y la concientización de la población para lograr un cambio conductual profundo.

Sin embargo, se han identificado necesidades urgentes, principalmente en relación con la creación de capacidades y la asistencia técnica, especialmente en los sectores de energía, transporte e infraestructura. En las siguientes tablas se resumen las principales necesidades en el ámbito de la mitigación, en las diferentes dimensiones analizadas.

Tabla 4. Necesidades en el ámbito de la mitigación, y la dimensión Apoyo Financiero.

Dimensión Apoyo Financiero					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
ASCC	Implementar almacenamiento de energía de corta y larga duración	Plan Nacional de Adaptación	Promulgación del reglamento de la Ley 21.505 Fomento de los incentivos financieros para la inversión y operación de los sistemas mediante elaboración de una estrategia de fomento de proveedores. Fortalecimiento del capital humano para almacenamiento colectivo con diversidad de perfiles de consumo y demanda de energía en Acuerdo de Producción Limpia (APL) Industrial Plan de manejo de residuos que garantice la disposición final o valorización de las baterías luego del uso. Tener en cuenta todas las partes interesadas para el establecimiento de acuerdos y colaboraciones con el sector privado	2	$1.268.182
ASCC	Implementar planta de digestión anaeróbica para reducir la cantidad de residuos orgánicos destinados a vertederos	ECLP	Planta de digestión anaeróbica en la isla de Chiloé que durante el proceso genere energía renovable a partir de biogás para cubrir el requerimiento energético de la planta de tratamiento insertando el excedente en la matriz energética local y el digestato para su uso en los sectores productivos locales	3	$6.670.925
ASCC	Integrar la movilidad eléctrica en áreas en donde aún no está presente y establecer una conectividad efectiva entre los sistemas de transporte existentes como parte de la implementación del Autobús de Tránsito Rápido (BRT) en Valparaíso	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Medidas para fomentar Sistema de Autobús de Tránsito Rápido (BRT) con electromovilidad en el Gran Valparaíso mediante: - Identificación de los sistemas atomizados en el transporte público de la región y el desarrollo de un comité de transporte regional que garantice las negociaciones con los actores que aseguren la aceptabilidad de la tecnología y una transición justa con la generación de empleo - Sinergias entre las entidades para la identificación del terreno donde se desarrollará el proyecto que garantice seguridad al financiamiento del proyecto y aceptabilidad social Fortalecimiento de la capacidad técnica y de gestión a los gobiernos regionales y apoyo técnico en el diseño del proyecto BRT eléctrico en sistemas de transporte público local Generación de una estructuración financiera para la implementación de sistemas BRT eléctricos Desarrollo de una estrategia que permita la articulación de los diferentes actores Incluir el transporte público dentro de los planes de ordenamiento territorial	4	$10.028.700
ASCC	Promover tratamiento comunitario de residuos orgánicos	NDC	Medidas para fomentar el vermicompostaje comunitario (incluye proyecto en Maipú) mediante el fortalecimiento de la difusión de fondos públicos para dichos efectos, impulsando proyectos que brinden acompañamiento y promuevan el involucramiento comunitario, fortaleciendo los programas de capacidades técnicas a funcionarios y actores locales. Implementación de estándares de composición y etiquetado asegure calidad del vermicompost	2	$355.280

Continuación tabla 4

Dimensión Apoyo Financiero					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
CONAF	Fortalecer el sistema Monitoreo, Reporte y Verificación de la NDC forestal de Chile	ECLP	Fortalecimiento del sistema MRV de la NDC forestal de Chile, incluyendo monitoreo comunitario	1	$200.000
MEN	Implementar un sistema de digitalización y recolección de información online de las transacciones de compra/venta de energéticos	Plan Nacional de Mitigación	Estudio, diseño, construcción e implementación de sistema de información online que permita la recolección de la información asociada a las transacciones de compra/venta de energía	2	$150.000
Minsal	Implementar el Plan Sectorial de Mitigación de Salud (Sector Residuos)	Plan Nacional de Adaptación, Plan Nacional de Mitigación	Apoyo técnico y financiero para implementación del plan	5	$220.000
Minvu	Habilitar proyectos de habilitación de acondicionamiento térmico y nuevas tecnologías en viviendas	Plan Nacional de Mitigación	Financiamiento del delta de subsidios de acondicionamiento térmico de la vivienda que falta para cumplir la meta anual en esta materia, tanto en la ECPL como en el NDC Implementación de pilotos Barrios Sostenibles	5	352.625.000
Minvu	Implementar plantas y red de energía distrital	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Implementación de estudios técnicos de detalles y de plantas implementadas	3	$100.000
MMA	Implementar sistemas de certificación asociados a normas de emisión de GEI, mercado internacional y sistema voluntario	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Adaptación sector Silvoagropecuario (2013)	Creación de capacidades y recursos financieros para implementar normas de emisión y sistemas de certificación regulados y voluntario	4	$6.000.000
SMA	Verificación de emisiones	ECLP	Equipo profesional fiscalizador		-

Fuente: elaboración propia.

Respecto de la necesidad de "apoyo financiero", este se enfoca en la implementación de proyectos para el manejo de residuos (acciones del Plan Sectorial de Salud sector residuos, tratamiento de residuos orgánicos a nivel comunitario y en plantas), de electromovilidad, de sistemas de almacenamiento de energía y de acondicionamiento térmico de viviendas; además se plantea la necesidad de iniciativas para la implementación de sistemas de información online de consumo energético para la ciudadanía y mejoras en el sistema de verificación de emisiones.

El financiamiento disponible para la ejecución de estas incitativas vuelve a ser la barrera más importante. A estos se suma una dificultad a la hora de posicionar estos temas como relevantes en la agenda pública y entre la ciudadanía; asimismo se levantan también barreras técnicas en cuanto al nivel de capacitación de los sujetos encargados de la implementación de los proyectos y las capacidades tecnológicas con las que se cuenta para esto; del mismo modo, también se alude a barreras de orden sociocultural referentes a la capacidad de la ciudadanía de aceptar e integrar nuevos modos en su cotidiano (en lo que respecta al manejo de residuos y uso energético).

Respecto de la cuantificación de los recursos necesarios para la completa implementación de los programas y proyectos que se requieren para la acción climática nacional, en el área de mitigación, estos ascienden a los USD 378.000.000, donde el grueso se requeriría para el acondicionamiento térmico de viviendas.

Como posibles apoyos financistas se releva al FVC, NDC Partnership, GEF, Euro clima+, Banco Mundial, BID, PNUD, Clean Energy Fund (CEF), Fondo Mundial para el Desarrollo de Ciudades, la Agencia Sueca de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusamme- narbeit (GIZ).

Tabla 5. Necesidades en el ámbito de la mitigación, en la dimensión Desarrollo de Capacidades.

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
AgenciaSE	Acelerar un proceso de transición energética justa al: contribuir al proceso efectivo de descentralización en el desarrollo y acceso a tecnologías de energías sostenibles, considerando la disparidad en capacidades locales; consolidar la incorporación de la perspectiva de género y comunidades vulnerables (aisladas, indígenas, en situación de pobreza) en la implementación de medidas de mitigación y adaptación al CC; abordar la asimetrías de información y la falta de concienciación alrededor de las tecnologías limpias	Plan Nacional de Mitigación	Programas de asistencia técnica, transferencias de buenas prácticas y/o capacitación para el fortalecimiento de capacidades técnicas de la Agencia	4	-
ASCC	Promover tratamiento y valorización residuos orgánicos	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Medidas transversales para fomento de tecnologías para tratamiento y valorización de residuos orgánicos que apunten a: fortalecer el financiamiento de plantas de digestión anaeróbica con foco en residuos municipales; fortalecer la difusión de fondos públicos y acompañamiento; fortalecer la formación de alianzas público-privadas; fomentar la difusión y asistencia técnica del uso eficiente	2	$1.087.552
CONAF	Integración se sistemas MRV de las NDC de Chile	Planes Regionales de RRD	Integración se sistemas MRV de las NDC de Chile	1	$100.000
MEN	Apoyar la gestión de financiamiento de acciones y proyectos de mitigación y eficiencia energética	LMCC; Plan de Acción de Hidrógeno Verde; Agenda de Energía 2022-2026; ECLP	Apoyo técnico. Contratación de personal dedicado al análisis, diseño y gestión de finanzas sostenibles para el apoyo y desarrollo de proyectos	4	$168.000
MEN	Fortalecer la identificación de la matriz de consumo energético y las tecnologías empleadas en ello, con el objetivo de mejorar el reconocimiento del potencial de descarbonización de la economía nacional	Otro	Levantamiento de información de uso final de energía en la economía nacional	2	$150.000
Min. Minería - Cochilco	Implementar análisis de reportes de sistemas de gestión de energía	Plan Nacional de Mitigación	Identificación de línea base y resultados de avance y reducciones efectivas de consumo de energía por proceso en la minería del cobre, separando por gran y mediana minería	1	$50.000
Min. Minería - Cochilco	Implementar análisis de reportes de sistemas de gestión de energía en Proyectos Nuevos	Plan Nacional de Mitigación	Identificación de línea base y medidas de reducciones efectivas de consumo de energía (nuevas tecnologías, optimización de recursos en diseño etc.) por etapa en un proyecto nuevo minero del cobre	1	$50.000

Continuación tabla 5

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
Min. Minería - Cochilco	Expandir la recolección de datos sobre producción y consumo de insumos estratégicos en la industria del litio, digitalizando procesos	Plan Nacional de Mitigación	Aplicación de herramientas digitales para recopilar, almacenar y analizar información en las encuestas de 'Producción, Agua y Energía', 'Ácido Sulfúrico' y 'Género'	2	-
Min. Minería - Sernageomin	Proporcionar información geológica básica aplicada para estudiar el potencial hidrogeológico de la Depresión Central (proyecto piloto VII Región)	ECLP	Implementación de piloto que permita estudiar el potencial hídrico subterráneo de la Depresión Central VII Región mediante reconocimientos de acuíferos someros y profundos, aplicaciones para recarga artificial de acuíferos, desarrollo de estudios de geotermia de baja entalpía para calefacción (hogares, colegios, hospitales, invernaderos, etc.)	5	$870.000
Minvu	Identificar nudos críticos en materia de mantención de Sistema Solar Térmico - SST	Plan Nacional de Adaptación	Realizar un estudio que identifique nudos críticos en mantención de SST y que proponga estrategias para resolver los problemas que se indiquen	2	$1.188.000
Minvu	Realizar 2ª fase de capacitación para uso y aplicación de indicadores de la herramienta de evaluación sustentable en parques urbanos (HESPU)	Plan Nacional de Mitigación	Capacitaciones dirigidas a profesionales y actores relevantes del sector público y privado con aplicación de instrumentos en casos de estudio	1	$20.000
Minvu	Revisar de proyectos de acondicionamiento térmico	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Agenda Sanitaria 2030 (parte de NDC)	Contratación de personal Serviu para la revisión de proyectos de acondicionamiento térmico	5	$3.920.400
MTT	Fomentar la penetración de la electromovilidad en regiones, por medio de espacios de aprendizaje y transferencia de experiencias previas para operadores regulados y no regulados	ECLP	Creación de espacios de aprendizajes para operadores regulados y no regulados para fomentar la electromovilidad	2	$110.013
SMA	Desarrollar e implementar sistemas de reporte y verificación de emisiones	-	Equipo profesional para desarrollo de programa		-

Las necesidades agrupadas en la categoría de "desarrollo de capacidades" para mitigación se enmarcan primordialmente en la generación de estudios específicos (levantamientos de información, diseño, implementación) y el fortalecimiento de capacidades técnicas de los servicios mediante capacitación y aumento de plantas (RRHH).

La principal barrera en este aspecto se refiere al apoyo financiero para llevar a cabo estas acciones y en segundo lugar, a las capacidades presentes de los equipos para emprender estudios de alto nivel de tecnicidad.

La implementación de las iniciativas valoradas para este ámbito ascendería a los USD 7.700.000. Como posibles apoyos financistas se releva al FVC, NDC Partnership, GEF, Banco Mundial, BID, PNUD, JCM, CEF, Fondo Mundial para el Desarrollo de Ciudades y agencias de cooperación internacional como la Agencia Sueca de Energía y la GIZ.

Tabla 6. Necesidades en el ámbito de la mitigación, en la dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología.

Dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
AgenciaSE	Avanzar en una movilidad sostenible mediante la reconversión a la electromovilidad en los distintos sectores de transporte	Plan Nacional de Mitigación	Programas de asistencia técnica, transferencias de buenas prácticas y/o capacitación para el fortalecimiento de capacidades tecnológicas de la Agencia	4	-
AgenciaSE	Implementar un Programa de escalamiento de las iniciativas del proyecto financiado por el Programa Euroclima (H2V), para extender a otros países de la región	NDC	Implementación del programa de escalamiento	2	$1.087.552
AgenciaSE	Promover usos que generen demanda local para el hidrógeno y sus derivados. Por ejemplo, piloteando proyectos de 2da vida de baterías	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Programas de asistencia técnica, transferencias de buenas prácticas y/o capacitación para el fortalecimiento de capacidades tecnológicas de la Agencia	4	-
ASCC	Implementar medidas para fomentar paso de transporte pesado a hidrógeno verde	Plan Nacional de Adaptación	Fortalecer las estrategias de difusión de vehículos pesados a H2 mediante el desarrollo de una estrategia de I+D+i, sinergias entre diversos actores que permitan la promoción de la tecnología, su distribución y la generación y la promoción de mecanismos (económico, fiscales y regulatorios) que incentiven su uso (incluye Camión de recolección de basura con hidrógeno verde en relleno Santa Marta)	2	$1.575.380
ASCC	Promover tratamiento biológico con mosca soldado negra (MSN)	ECLP	Fortalecimiento del financiamiento de plantas de tratamiento mediante MSN que favorezca la valorización de residuos orgánicos municipales, implementación de estudios de viabilidad y promoción de la investigación científica enfocada en evaluar la calidad nutricional y seguridad alimentaria de las proteínas derivadas y certificación de los procesos de la tecnología para asegurar productos que cumplan estándares de alta calidad Generación de una enmienda de suelo para el sector silvoagropecuario Fortalecimiento de las alianzas público-privadas	2	$3.307.955
Min. Minería - Sernageomin	Profundizar el conocimiento del potencial geológico y minero de minerales críticos y/o estratégicas en Chile (litio, cobre, cobalto y elementos de tierras raras)	Plan Nacional de Adaptación	1. Litio: desarrollo de una línea base que permita determinar recursos y reservas presentes en estos sistemas salinos. Contar con modelos que permitan estimar los impactos que generaría una posible explotación de la salmuera. Diseño de protocolos, procedimientos y metodologías adecuadas para el muestreo, transporte y análisis de muestras de sistemas salinos 2. Cobre, cobalto y elementos de tierras raras: desarrollo de mapas prospectivos utilizando machine learning, para ampliar las capas de información orientadas a la exploración generativa de estos minerales	6	$1.000.000

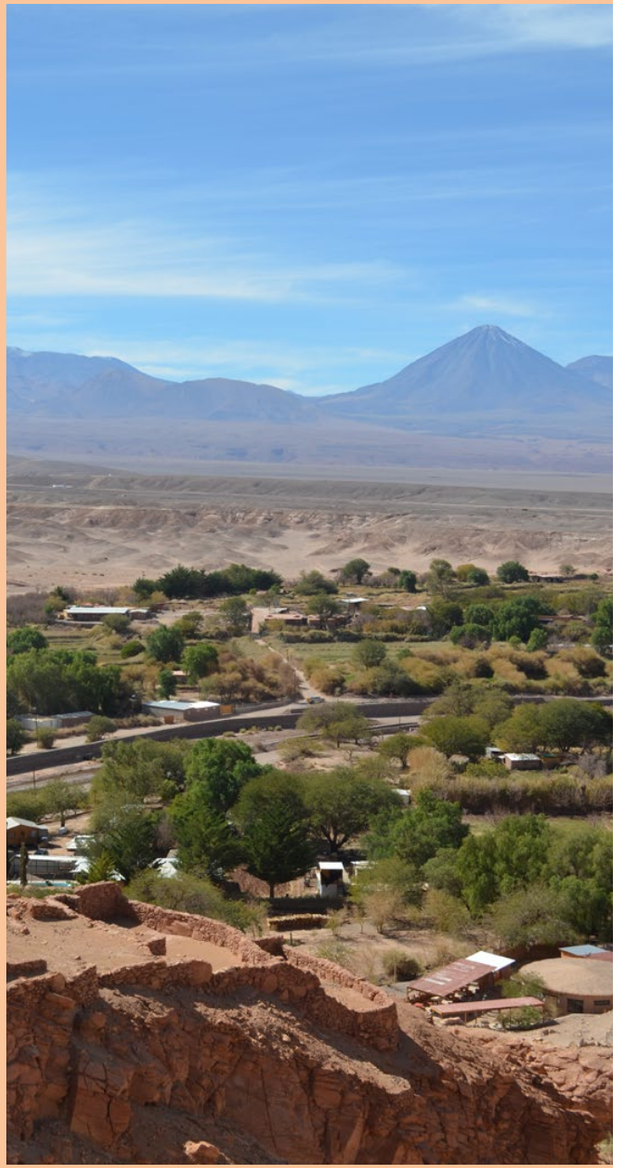


Foto: Micaela Jara Forray

Las necesidades que refieren al desarrollo y promoción de nuevas tecnologías atienden al incremento de conocimientos respecto del hidrógeno verde, a desarrollos para apoyar la factibilidad de la inserción de la electromovilidad y a estudios específicos para entender el alcance de nuevas tecnologías en los ámbitos de la minería (usos para el litio y otros materiales) y la biología (tratamiento de residuos con mosca soldado-negra).

Las principales barreras que dificultarían la solución de estas necesidades apuntan transversalmente a barreras de financiamiento y a brechas en las capacidades de los equipos que han de implementar y gestionar las nuevas tecnologías; a su vez, se alude también a impedimentos tecnológicos y a una gobernanza que dificulta la adopción de elementos innovadores en procesos ya establecidos y normados.

De las necesidades levantadas en este ámbito, las tres que han sido valorizadas suman un monto de USD 5.900.000. Como posibles apoyos se alude a agencias internacionales de cooperación, y en segundo orden, al FVC, CEF, Fondo Mundial para el Desarrollo de Ciudades, BID, Banco Mundial y PNUD.

4. Necesidades en el ámbito Adaptación

El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Oficina de Cambio Climático, es responsable de "proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático", de acuerdo con la Ley de Bases del Medio Ambiente 19.300.

La misión de la Oficina de Cambio Climático es contribuir al desarrollo sustentable y resiliente frente a los impactos del cambio climático y a la transición hacia una economía baja en carbono en el país. Esto se logra mediante la integración y promoción de políticas públicas sectoriales más efectivas que permitan enfrentar el cambio climático a nivel local e implementar acciones de mitigación, sirviendo también como ejemplo a nivel global. Para cumplir con su misión, la Oficina de Cambio Climático está organizada en tres departamentos, Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos, Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo de Capacidades, y Negociación Internacional y Financiamiento.

Durante el periodo 2022 a 2024, Chile ha implementado diversas acciones de adaptación al cambio climático con el objetivo de enfrentar los impactos adversos y minimizar los riesgos emergentes. Un hito relevante para el sector en la Actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (NAP), instrumento contemplado en la Ley Marco de Cambio Climático, que establecerá los objetivos, metas e indicadores de vulnerabilidad y adaptación a nivel nacional, de manera de proteger a la ciudadanía y los ecosistemas. Este proyecto es financiado por el Fondo Verde para el Clima (FVC) e implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Se espera que esta actualización entregue a los planes sectoriales, regionales y comunales, lineamientos para la elaboración de sus propios planes, proporcionando estándares mínimos para que los sectores velen por su implementación, con la participación de todos los actores interesados.

Asimismo, se ha trabajado en la actualización de algunos planes sectoriales de adaptación, los cuales según la LMCC deben ser actualizados cada cinco años, con el fin de orientar su efectividad en el cumplimiento de sus objetivos e incorporar nuevos conocimientos sobre impactos, vulnerabilidad y lecciones aprendidas.

A continuación, en se presentan las necesidades en el ámbito de la adaptación, en las diferentes dimensiones analizadas.

Tabla 7. Necesidades en el ámbito de la adaptación, en la dimensión Apoyo Financiero.

Dimensión Apoyo Financiero					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
ASCC	Fortalecer los APR (sistemas de agua potable rural) en comunidades en zonas aisladas con escasez del recurso hídrico y carencia de abastecimiento de agua potable	Plan Nacional de Adaptación	Programa SCALL a nivel comunitario en la macrozona centro-sur de Chile, para una gestión coordinada y eficiente del agua En comunidades sin APR establecer comités conjuntos de gestión para implementación sinérgica que aprovecha la infraestructura y experiencia existentes de los APR. Asegurando participación ciudadana	2	$452.000
ASCC	Implementar Sistema de Alerta Temprana multiuso modular, en un territorio donde se encuentren todas las actividades silvoagropecuarias (forestal, agrícola, frutícola, ganadera): Ñuble-Biobío	ECLP	Fortalecimiento de la red de alertas con radares y sensores a diferentes profundidades del suelo, que permitan el modelamiento de nuevas variables. Dentro del proyecto se deben considerar mecanismos de comunicación, y asegurar las acciones que deben tomar los sectores antes las alertas	2	$720.000
ASCC	Incrementar disposición a toma de acción climática en aspectos hídricos aprovechando oportunidades de innovación	Planes Sectoriales de GRD	Programa de concientización y sensibilización de los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad hídrica para el sector y necesidades de adaptación	1	$53.680
ASCC	Modernizar herramientas tecnológicas para la eficiencia hídrica	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Agenda Sanitaria 2030 (parte de NDC)	Proyectos pilotos de 10 Ha por macrozona que buscan complementar la información requerida para el funcionamiento eficiente de sistemas de irrigación inteligente en las 3 macrozonas del territorio nacional, implementando un sistema de monitoreo que incluya las condiciones de humedad del suelo	2	$321.000
ASCC	Movilizar recursos para implementación de tecnologías priorizadas en el marco del Plan de Acción Tecnológico del Sector Silvoagropecuario	Plan Nacional de Adaptación	Financiamiento a la tecnologías priorizadas. Generación de las capacidades necesarias para el uso de las tecnologías priorizadas Adecuación del proceso de formación y de capacitación al perfil del trabajador del sector, así como el fomento de la igualdad de oportunidades en todas fases de la cadena de valor de las tecnologías implementadas	1	$1.295.757
ASCC	Reutilizar agua residual con humedales artificiales en Isla de Maipo	NDC	Robustecimiento de marco regulatorio e identificación de zonas clave para aplicar sistema de reutilización de aguas residuales en zonas con carencia de un sistema de recolección y tratamiento de aguas grises	2	$718.045
DGAC - DMC	Fortalecer la observación, monitoreo y compresión del cambio climático en Chile	LCMM; Estrategia Climática de Largo Plazo; Planificación Energética de Largo Plazo	Aumento del número de estaciones meteorológicas para el monitoreo en zonas con baja cobertura y zonas remotas, asegurando su operatividad a través de sistemas de transmisión remoto y mantenciones periódicas Desarrollo de un sistema que integre la información de la DMC y de otras fuentes de datos climáticos de interés	4	$9.000.000
Min. Defensa - FFAA	Implementar Plan de Adaptación - Zona Costera (PACC-ZC)	Plan Nacional de Adaptación, NDC	Apoyo financiero para implementar acciones del PACC-ZC	1	$53.700
Min. Minería	Integrar y fortalecer la conservación de la biodiversidad en todas las etapas de las operaciones mineras, desde la construcción hasta el cierre de los proyectos	NDC	Programa de biodiversidad que incluya manuales de buenas prácticas, diseños de pilotaje a medida, etc.	1,5	$60.000

Continuación tabla 7

Dimensión Apoyo Financiero					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
Minagri - UGRA	Actualizar el portal web www.agromet.cl para acceder a la información en tiempo real e histórica para las estaciones	Plan Nacional de Adaptación	Actualización de áreas de cobertura de las estaciones meteorológicas automáticas para las estaciones que se han ido agregando durante la ampliación de la red y del sistema de monitoreo y alerta de heladas Mejora de la accesibilidad a datos del portal Web AGROMET y automatizar la generación de reportes históricos	1	$150.000.000
Minagri - UGRA	Mantener operativa la Red Agroclimática Nacional RAN-AGROMET	ECLP	Renovación del Convenio de transferencia de la Subsecretaría de Agricultura con el Consorcio Técnico de la Red Agroclimática Nacional RAN-AGROMET	1	$370.000.000
Minagri - UGRA	Producir un nuevo portal web AGROCLIMÁTICO para difundir las acciones que realiza la Unidad de Gestión de Riesgo de Desastres Agrícolas y los productos que desarrolla en orden a construir resiliencia en la agricultura	ECLP	Diseño y producción de un nuevo portal web Agroclimático, marcha blanca y lanzamiento del portal web	1	$60.000.000
Minsal	Implementar el Plan Sectorial de Adaptación al Cambio climático (PSACC) del Sector Salud	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Implementación de PSACC del Sector Salud	5	$150.000
Minvu	Implementar plantas de tratamiento de aguas grises	NDC	Estudios técnicos de detalles y plantas implementadas	2	$100.000
Minvu	Generar un programa de educación comunitaria para conservar y mantener los humedales	Otro	Apoyo técnico y financiero para elaborar programa, talleres y kit de monitoreo humedales	3	$97.000
MMA	Desarrollar mejoras a la plataforma ARCLIM, fortaleciendo aspectos como usabilidad y asistencia técnica permanente	NDC	Desarrollo e implementación de de mejoras en la plataforma ARCLIM	2	$80.000
SAG	Determinar las zonas de riesgo de ingreso/presencia de vectores y su caracterización (taxonómica, molecular y trasmisibilidad) de las principales patologías que afectan la sanidad animal	ECLP	Contratación de Personal en terreno (brigadas SAG o contratadas) para la ejecución de estas tareas. Recursos para la adquisición de materiales entomológicos, laboratorio y trampas; junto con mantenciones, recambio de material específico de Programa de Vigilancia Vectorial (PVV)	2	$80.000
SENAPRED	Implementar las medidas y acciones a cargo del Servicio en su calidad de responsable o colaborador en los instrumentos nacionales de Gestión del cambio climático nacionales	Plan Nacional de Mitigación	Recurso humano y financiero para la implementación de medidas y acciones a cargo de Senapred en instrumentos de gestión de cambio climático	5	-
SISS	Reducir vertimientos de aguas servidas mezcladas con aguas lluvias en zonas críticas (vía pública, ríos, lagos, mar)	NDC	Licitar estudios e implementar proyectos asociados	2	$100.000

El apoyo financiero se requeriría para implementar las medidas de los planes de adaptación sectoriales que distintos ministerios ya tienen definidos, así como para programas puntuales (biodiversidad, manejo hídrico, tecnologías), para mejorar las redes de monitoreo del país en diversos ámbitos y para el desarrollo de herramientas web. También se alude a programas de sensibilización para la ciudadanía.

Continúa identificándose como la mayor brecha para la superación de estas necesidades el aspecto del financiamiento. Le acompañan limitantes en las capacidades disponibles, en la gobernanza instalada y respecto de la posible reticencia de la población ante algunos cambios.

Los USD 593.000.000 que se requerirían para la solución de las necesidades del país en esta área, podrían gestionarse en conjunto con los fondos de Adaptación, FVC, CEF, GEF, NDC Partnership, Euroclima +, Fundación para la Innovación Agraria, EWS4ALL, BID, Banco Mundial, Banco Europeo de Inversiones, FAO y por medio de fondos de cooperación bilateral, fondos de financiamiento verde y fondos de asistencia técnica.

Tabla 8. Necesidades en el ámbito de la adaptación, en la dimensión Desarrollo de Capacidades.

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
ASCC	Ampliación del tejido productivo en regiones rurales	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Alianzas público-privadas con empresas de telecomunicaciones que favorezca la inversión y el despliegue de infraestructura de conectividad en áreas rurales	2	$67.636
ASCC	Evaluar y adoptar soluciones para reducción de pérdidas de agua	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Agenda Sanitaria 2030 (Es parte de NDC)	Robustecimiento del marco regulatorio (actualización de la DFL 70 del MOP para incluir fugas) y capacidad instituciones fiscalizadoras (diagnóstico necesidad de personal para fiscalización). Acuerdo de Producción Limpia con sector sanitario y creación de guía técnica Cursos de extensión Análisis financiero y social del nivel de pérdida óptimo y establecimiento sistema de reporte de fugas (proyecto demostrativo Machine Learning para detección de fugas)	1	$1.342.100
ASCC	Fomentar alianzas entre las empresas agrícolas (grandes y pequeñas), la academia y entidades públicas para que fortalezcan la transferencia de innovación en el marco del Plan de Acción Tecnológico del Sector Silvoagropecuario	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Operacionalización de alianzas estratégicas	1	$112.420
ASCC	Fortalecer el levantamiento de información agroclimática en el sector silvoagropecuario de la región del Maule para mejorar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia de cultivos en una cuenca	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Implementar Proyecto piloto demostrativo de mediana escala de machine learning	2	$533.000
ASCC	Introducir incentivos para captación efectiva de agua lluvia	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Robustecimiento del marco regulatorio, creación de capacidades públicas, identificación fuentes financieras, creación de capacidades a usuarios	2	$506.951

Continuación tabla 8

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
CORFO	Implementar medidas de adaptación en sectores productivos	Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático, Plan Nacional de Adaptación, ECLP, NDC	Apoyo técnico sobre modelos de negocios y tecnologías disponibles a nivel mundial con la finalidad de enfrentar los desafíos actuales y futuros de los distintos sectores productivos del país	2	
DGAC - DMC	Contar con proyecciones climáticas actualizadas de alta resolución que contribuyan a la planificación y toma de decisiones	Plan Nacional de Adaptación	Escalamiento de proyecciones climáticas CMIP6 utilizando modelos regionales	4	$300.000
INDAP	Aumentar la cantidad de usuarios que realizan prácticas sustentables	Plan Nacional de Adaptación	Integración en la asesoría técnica de una mirada más holística de la agricultura, permeando este saber a los usuarios atendidos por INDAP, aumentando la cantidad de prácticas sustentables recomendadas	4	
INDAP	Aumentar la visibilización de los efectos del cambio climático y formas de adaptación a este	Plan Nacional de Adaptación	Jornadas de capacitación a funcionarios, equipos técnicos y usuarios	4	
MEN	Evaluar la producción potencial de la energía solar en Chile para sistemas solares con paneles flotantes	Otro	Estudio para cálculo de la generación de energía por metro cuadrado de superficie y comparación de su eficiencia teórica con la de los paneles solares convencionales instalados sobre tierra firme	2	$16.447
Min. Defensa - SFFAA	Desarrollo y fortalecimiento de capacidades sobre el cambio climático, planificación territorial, políticas públicas orientadas al cambio climático y riesgo de desastre	Plan Nacional de Adaptación	Apoyo técnico, asesorías de expertos, trabajo conjunto con consultorías	1	$5.000
Min. Econ - S. Turismo	Conocer cuáles son las zonas del país que se verían más afectadas por la pérdida de competitividad asociada a la reducción de su oferta turística, debido a los efectos del CC e identificar experiencias turísticas que podrían ser promovidas en vez	Otro	Estudio sobre vulnerabilidad de las experiencias turísticas debido a los efectos del cambio climático e identificación de experiencias turísticas alternativas, considerando proyecciones de cambio climático a nivel nacional	2	$50.000
Min. Econ - S. Turismo	Hacer un levantamiento de nuevas competencias profesionales para enfrentar los desafíos del cambio climático en el sector, vinculándolo con el creciente fenómeno de empleos verdes	ECLP	Diagnóstico sectorial de competencias para el trabajo en el sector, en el contexto de mitigar el impacto por el cambio climático	2	$70.000
Min. Minería	Catastrar faenas abandonadas en las regiones de Atacama y Coquimbo, analizando los peligros de subsidencia	Plan Nacional de Adaptación	Recursos para hacer un levantamiento, diagnóstico e implementación de medidas de gestión de desastres	2	$850.000
Min. Minería	Implementar Plan Nacional de Depósitos de Relaves para una Minería Sostenible (aprobado por medio de la Resolución Exenta N°4037 del 19 de agosto de 2021, del Ministerio de Minería)	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Revisión de las acciones comprometidas en el Plan, para verificar su aplicabilidad. Generación de una metodología para la determinación de los Depósitos de Relaves Críticos	3-4 por mapa (escala comunal)	$1.000.000

Continuación tabla 8

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
Min. Minería - Sernageomin	Estudiar hidrogeología y calidad del agua del área urbana de Puerto Montt	Otro	Implementar una serie de estudios hidrogeológicos y de calidad del agua; integrar representación cartográfica de los resultados en un mapa interactivo o Dashboard y ejecutar capacitación a la comunidad para el monitoreo ciudadano de los recursos hídricos y el uso de los resultados del estudio	3	$350.000
Minagri - UGRA	Acercar la información agroclimática a agricultores y técnicos en lenguaje sencillo, para su interpretación y uso en las decisiones productivas prediales.	Plan Nacional de Adaptación	Ejecución de Mesas Agroclimáticas Participativas (MAPs)	1	$150.000.000
Minagri - UGRA	Producir un nuevo Curso e-learning Gestión de Riesgos Climáticos Vinculados al Sector Silvoagropecuario (parte 2)	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Curso e-learning Gestión de Riesgos Climáticos Vinculados al Sector Silvoagropecuario con actualización de indicadores océano atmosféricos, tecnologías de sensoramiento remoto y modelación matemática para estimar las condiciones climáticas	1	$100.000.000
Minvu	Viabilizar evacuación en territorios con riesgo de incendio	ECLP	Desarrollo de una metodología para el cálculo de la implementación de vías de evacuación en caso de incendio en la interfaz urbano-forestal	2	$100.000
Minvu	Detectar de islas de calor superficial a partir de imágenes infrarrojas en ciudades de más de 100.000 habitantes	Plan Nacional de Adaptación	Aplicación de técnicas para definición de islas de calor	2	$50.000
Minvu	Viabilizar evacuación en territorios donde la topografía no permite una evacuación a zona de seguridad (30 msnm) en menos de 15 minutos		Contratación de consultoría para el desarrollo de estándares, metodologías de evaluación y EETT para el desarrollo de proyectos de evacuación vertical en zonas en dónde la evacuación regular tome más de los 15 minutos recomendados	2	$100.000
MTT	Incluir criterios de adaptación, amenazas y riesgos climáticos en la planificación urbana y en los planes de movilidad y conectividad	Otro	Generar una metodología para incluir en la creación de planes de movilidad y conectividad, los criterios relacionados con el CC de manera coherente con la planificación urbana	2	$110.013
SAG	Fortalecer aspectos fito y zoosanitarios, dado un mayor riesgo de plagas y enfermedades en el marco del cambio climático	ECLP	Capacitación de metodologías técnicas para modelamiento de plagas y alertas de plagas internacionales y/o de importancia en el territorio Mejoramiento de sistema de comunicación efectiva de las alertas fitosanitarias Aumento de capacidad en infraestructura informática	2	$200.000
SENAPRED	Fortalecer la gestión de los equipos nacional y regionales a cargo de la Adaptación al CC en la gestión de riesgo de desastres (GRD)	-	Recurso humano y financiero	5	$221.000

Continuación tabla 8

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
SENAPRED	Incorporación de la GRD en la elaboración de los PSACC	Otro	Acompañamiento a los distintos sectores a cargo de la elaboración de los PSACC respecto de las medidas y acciones tendientes a la Reducción del Riesgo de Desastres	5	$636.104
SISS	Catastrar las viviendas atendidas -y no atendidas- por las sanitarias fuera de los territorios operacionales y dentro del área urbana	NDC	Licitación de estudios	2	$150.000
SISS	Contribuir a la gestión de cuencas con datos de calidad del sector sanitario y difundirlos entre los stakeholders (funcionarios SISS, actores públicos, privados, academia, ONGs, sociedad civil, usuarios, etc.)	NDC	Licitación de estudios	5	$700.000
SISS	Promover el uso responsable del agua a todo nivel	Plan Nacional de Adaptación	Licitar estudios e implementar proyectos asociados	5	$425.000

Las necesidades de adaptación aúnan casi la mitad de las necesidades levantadas. De estas, la mayoría a su vez se enmarca en el Desarrollo de Capacidades (como en todos los ámbitos) donde se apunta a levantamientos de información, elaboración de metodologías de acción y guías, generación de estudios técnicos e identificación de condiciones habilitantes para la implementación de planes y proyectos; a la capacitación y contratación de apoyos técnicos dentro de los servicios y en tercer orden, a la generación de alianzas entre actores relevantes para la instalación de condiciones habilitantes.

Las principales barreras refieren una vez más al apoyo financiero disponible, y como complemento, a carencias en las capacidades y tecnologías disponibles para la implementación de las medidas aludidas como necesarias y a limitantes en la estructura de la gobernanza nacional.

El monto en el que se valoriza la implementación de aquellas iniciativas que apuntan a la solución de las necesidades del país en materia de desarrollo de capacidades para la adaptación, asciende a los USD258.000.000. El financiamiento para estas acciones podría provenir de los siguientes agentes internacionales enfocados en la acción climática: Fondo de Adaptación, FVC, CEF, GEF, Fundación para la Innovación Agraria, EWS4ALL, BID, Banco Mundial, Banco Europeo de Inversiones, FAO, PNUD, Climate Technology Centre & Network (CTCN), la Organización Meteorológica Mundial y por medio de fondos de cooperación bilateral, por ejemplo.

Tabla 9. Necesidades en el ámbito de la adaptación, en la dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología.

Dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
ASCC	Articular la evaluación de la priorización de las tecnologías de Machine Learning en el sector silvoagropecuario	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático	Implementar estudio para evaluar priorización de las tecnologías de Machine Learning en el sector silvoagropecuario	1	$102.190
Min. Minería - Sernageomin	Estudios de Test de Respuesta Térmica (TRT) y red de monitoreo del subsuelo en el centro sur de Chile como incentivo para el uso de calefacción y/o refrigeración con energía geotérmica	Plan Nacional de Mitigación, Plan Nacional de Adaptación, ECLP	Diseño, construcción e implementación de una red de estaciones de monitoreo distribuidas en la ciudad de Valdivia para pruebas de respuesta térmica que permitirán la determinación de las propiedades térmicas del subsuelo: conductividad térmica, resistividad, capacidad térmica volumétrica y difusividad	3	$250.000

Las necesidades de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para adaptación refieren a la profundización de estudios para promover la generación de energía geotérmica en ciertas localidades, fortaleciendo la seguridad energética y la instalación de procesos de machine learning en el sector silvoagropecuario. Se levantan barreras asociadas al financiamiento, gobernanza que apoye la promoción de nuevas tecnologías y factores socioculturales para la adopción de estas.

El total costeo de estas iniciativas asciende a USD 352.000, con posibles agentes financistas, dado el tipo de desarrollos planteados, entre el FVC, BID, Fundación para la Innovación Agraria o FAO.

5. Necesidades transversales

Las necesidades transversales son aquellas que conciernen tanto al ámbito de mitigación como de adaptación a la vez.

A continuación, se presentan las necesidades transversales, según las dimensiones analizadas.

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 10. Necesidades en el ámbito de transversal, en la dimensión Apoyo Financiero.

Dimensión Apoyo Financiero					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
CONAF	Avanzar en las metas sectoriales de ejecución territorial para dar cumplimiento a la NDC	NDC	Apoyo financiero para avanzar en las brechas detectadas para ejecutar actividades de implementación territorial	2	$81.000.000
CONAF	Continuidad de instrumentos de fomento que permitan dar permanencia y sostenibilidad a programas (ej. Siembra por Chile) que no tienen presupuesto estructural	Otro	Apoyo financiero para la permanencia de actividades en el territorio	2	$1.000.000
CORFO	Creación y generación de bienes públicos permanentes para enfrentar la crisis climática y ecológica en Chile	LMCC	Tratamiento de brechas identificadas en investigación, infraestructura y gestión del conocimiento sobre CC y su relación con el capital natural y la biodiversidad; de las brechas de seguimiento técnico de compromisos nacionales; de la formación de capacidades humanas avanzadas para enfrentar de forma integrada la crisis climática y ecológica y por último de la interfaz ciencia política para la acción climática informada en evidencia	4	$700.000
SISS	Catastrar y reducir la huella ambiental del sector sanitario	NDC	Licitación de estudios	2	$50.000
MEN	Acelerar la descarbonización del sector energía y aumentar su resiliencia a los impactos del cambio climático	LMCC; Plan de acción de Hidrógeno Verde; Agenda de Energía 2022-2026; ECLP	Apoyo técnico y financiero para: Implementar el plan sectorial de mitigación y adaptación Implementar un sistema de cap&trade en sector energía Desarrollar e implementar una cartera de proyectos bajo Artículo 6 del Acuerdo de París	5	-
MTT	Financiar iniciativas y proyectos públicos que consideren medidas de mitigación y adaptación al cambio climático del sector transportes	Otro	Apoyar al sector en la promoción de instrumentos financieros que apoyen las iniciativas y proyectos públicos de adaptación y/o mitigación de cambio climático en el sector transportes	2	$330.040

Fuente: elaboración propia.

En esta categoría se releva la necesidad de abordar las brechas identificadas en los estudios disponibles, mediante la instalación de proyectos en terreno. Para esto, el financiamiento vuelve a ser la mayor barrera a superar.

El apoyo financiero que se necesitaría para la implementación de los programas, proyectos y planes valorizados que apuntan, desde el fortalecimiento de aspectos transversales, a la consecución de las metas a las que Chile se ha comprometido ante la CMNUCC, asciende a los USD 83.000.000.

El FVC se plantea como una opción para el financiamiento de estas iniciativas (en cuanto sus apoyos permiten inversión para ejecución de actividades apostadas en los territorios), del mismo modo, se alude al Banco Mundial, BID, JCM y apoyos bilaterales por parte de agencias europeas (Agencia Sueca de Energía, GIZ).

Foto: Ana Guerrero

Tabla 11. Necesidades en el ámbito de transversal, en la dimensión Desarrollo de Capacidades.

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
ASCC	Reuso efectivo y creación de capacidad	Plan Nacional de Mitigación	Proyectos demostrativos y difusión	1	$39.556
CONAF	Avanzar en las metas sectoriales para dar cumplimiento a la NDC	NDC	Análisis detallado de potenciales mecanismos de financiamiento y pilotaje	1	$100.000
DIRECTEMAR	Fortalecer un equipo profesional de Cambio Climático Institucional	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Agenda Sanitaria 2030 (parte de NDC)	Contratación y/o capacitación de especialistas	-	-
Min. CyT + ANID	Fortalecer capacidades profesionales de la Secretaría Técnica del Comité Científico Asesor de Cambio Climático	ECLP	Proveer de dos especialistas temáticos en materias de adaptación y mitigación	3	$180.000
Min. CyT + ANID	Fortalecer capacidades profesionales para la implementación del Repositorio de Información Científica sobre Cambio Climático	Otro	Proveer de un profesional del campo de la programación para apoyar a la construcción de herramientas tecnológicas para la implementación del repositorio	3	-
Min. Defensa - SFFAA	Fortalecimiento de capacidades sobre cambio climático y defensa	RANCC	Apoyo técnico y financiero en materia de mitigación y adaptación del sector	1	-
Min. Minería	Impulsar la economía circular en la industria minera, con el objetivo de reducir significativamente el impacto ambiental de las operaciones	LCMM; ECLP; Planificación Energética de Largo Plazo	Priorizar esta línea de trabajo en el Ministerio, desarrollando estudios, impulsando el cambio normativo necesario y generando otras condiciones habilitantes necesarias para fomentar la economía circular en las operaciones mineras	2	$80.000
Min. Mujer y EG	Diseñar e implementar programa de asistencia técnica-capacitación para la incorporación de la perspectiva de género en las distintas temáticas que aborda el Ministerio de Medio Ambiente	ECLP	Programas de asistencia técnica para el Ministerio de la Mujer y la EG (generación de planes de apoyo) y el Ministerio de Medio Ambiente (implementación de planes)	2	-
Minagri - CIREN	Desarrollar un Inventario Nacional de la erosión de los suelos de Chile con temáticas de protección y conservación de suelo (https://inventarioerosion.ciren.cl/) que se convierta en un programa permanente del Estado de Chile y se vincule con el desarrollo de políticas públicas	ECLP; NDC; Plan Nacional de Adaptación; Plan Nacional de Mitigación; Instrumentos sectoriales del Ministerio de Agricultura	Inventario Nacional de la erosión de los suelos de Chile como programa permanente y en uso para la toma de decisiones. Financiamiento de recursos para la ejecución del programa y la administración de recursos humanos profesional, infraestructura tecnológica incremental, levantamiento, adquisición y procesamiento de datos de campo, satelitales y aerotransportado	2	$630.000
Mineduc	Desarrollo de capacidades dirigido a los profesionales a cargo de liderar la "Estrategia de desarrollo de capacidades y empoderamiento climático"	Otro	Capacitación a profesionales del Ministerio de Educación de las 3 subsecretarías, y sus servicios asociados, por parte de expertos nacionales e internacionales en la temática	4	$35.000

Continuación tabla 11

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
Minsal	Promover un sistema de salud resiliente al clima a nivel nacional	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Mitigación Residuos	Identificación de acciones y compromisos climáticos específicos que se relacionen directamente con las prioridades y vulnerabilidades del sector salud	2	$280.000
Minvu	Elaborar una guía metodológica para mejorar el estándar de los estudios técnicos de los Instrumentos de Planificación Territorial, incorporando el enfoque de adaptación y mitigación frente al cambio climático	ECLP	Elaboración de los estudios	2	$87.000
Minvu	Capacitación en Soluciones Basadas en la Naturaleza prácticas para los PHU	ECLP	Contratación de diseño y desarrollo de capacitación	1	$20.000
Minvu	Elaborar una guía metodológica para mejorar el estándar de la participación ciudadana de los IPT, promoviendo la apropiación social del conocimiento en los territorios	ECLP	Elaboración de los estudios	2	$87.000
MMA	Fortalecimiento del equipo de finanzas climáticas del MMA, que incluye cantidad de profesionales y capacitaciones en formulación de proyectos, reformulación y diseño de instrumentos financieros y bancables	RANCC	Contratación de profesional experto	5	$600.000
MMA	Sistematización del seguimiento y monitoreo del financiamiento climático	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Agenda Sanitaria 2030 (Es parte de NDC)	Contratación de consultoría para generación de un sistema que registre, actualice y haga seguimiento del gasto climático en sus distintos niveles (nacional y subnacional) relacionándolo con los instrumentos de gestión climática definidos en la LMCC	1	$80.000
MOP - DGOP	Estudio aplicado sobre Soluciones basadas en la Naturaleza en el nuevo ciclo GEF	-	-	-	-
MTT	Fortalecer la gobernanza climática a nivel institucional (Subsecretaría de Transportes), por medio de la creación de un Programa de Desarrollo Institucional sobre cambio climático y sostenibilidad, con un comité representativo de todas las áreas del ministerio	Instrumentos de GRD	Incorporar a nivel institucional mecanismos, protocolos y la orgánica institucional que permita enfrentar los desafíos del cambio climático y su impacto, a través de la consolidación de un área dedicada a los temas de cambio climático y sostenibilidad, que pueda dar soporte técnico transversal a las demás áreas especializadas del ministerio	2	$660.080
SAG	Apoyar el desarrollo e implementación de un Marco de Gobernanza Institucional en cambio climático en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	NDC, ECLP, LMCC, Estrategia financiera para el cambio climático, Plan de Adaptación sector silvoagropecuario (2013)	Generar la hoja de ruta para el desarrollo e implementación de un marco de gobernanza institucional, tanto a nivel central y regional, en cambio climático en el SAG	3	$200.000

Continuación tabla 11

Dimensión Desarrollo de Capacidades					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
SENAPRED	Incorporación de los criterios de CC en los Planes Sectoriales de GRD y Planes Regionales de Reducción del Riesgo de Desastres	PSACC	Elaborar lineamientos para la incorporación de los criterios de CC en los Planes Sectoriales de GRD y Planes Regionales de RRD	5	$110.500
SMA	Desarrollo y administración del sistema de auditores	LMCC	Equipo profesional para desarrollo de programa	-	-

Fuente: elaboración propia.

Tres cuartos de las necesidades transversales apuntan al desarrollo de capacidades. De estas, la mayoría refiere a la generación de espacios de asistencia técnica, capacitación y contratación de profesionales que refuercen las capacidades de los servicios en temáticas que son transversales a la mitigación y adaptación (enfoque de género; empoderamiento climático). También se levanta la necesidad de elaboración de guías y estudios técnicos, y de identificación de condiciones habilitantes que apoyen la correcta implementación de planes y programas.

La principal barrera identificada refiere al financiamiento disponible, seguido por problemas de gobernanza y una dificultad para instalar algunos temas como prioritarios en el tratamiento de la acción climática.

Desde el aspecto del financiamiento, el solventar estas necesidades (aquellas que se han valorizado) se cuantifica en aproximadamente USD 3.200.000. Los agentes financistas internacionales que se aluden como posibles apoyos para esta tarea son: Euroclima+, FVC, GEF, NDC Partnership, CEF, Fondo de Adaptación, CAF, cooperaciones bilaterales (vía Alianza del Pacífico, APEC, Unión Europea) y los apoyos gestionados por el BID, el Banco Mundial y el Banco Europeo de Inversiones.

Foto: Bryan Contreras

Tabla 12. Necesidades en el ámbito de transversal, en la dimensión Desarrollo y Transferencia de Tecnología.

Dimensión y Transferencia de Tecnología					
Institución	Necesidad: objetivo que se desea cumplir	Instrumento de gestión del CC con el que se alinea	Solución: lo que se necesita para solventar la brecha existente	Plazo requerido (años)	Valorización del apoyo requerido (USD)
Min CyT + ANID	Fortalecer capacidades para la transferencia y adopción de tecnologías con foco en cambio climático	ECLP	Proveer de un profesional con experiencia en gestión de procesos de TT y adopción con foco en cambio climático	3	$60.000
Min. Minería	Acelerar la mitigación y adaptación al cambio climático del sector minería en Chile, a través de la innovación tecnológica	ECLP	Identificar, priorizar y promover tecnologías y desarrollos emergentes para la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector minero	1	$200.000
MTT	Generar mecanismos costo-eficientes para la incorporación de criterios de economía circular en el transporte, considerando el uso de nuevas tecnologías y las amenazas climáticas	Plan Nacional de Mitigación; Plan Nacional de Adaptación; ECLP	Apoyo técnico y financiero para promover la investigación, desarrollo e innovación en base a un modelo de economía circular en el transporte público y de carga, contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático	4	$110.013

En este aspecto, las principales necesidades del país refieren a la instalación de capacidades para la adopción de tecnologías ya existentes, que permitan de modo transversal dar avance a la acción climática en el servicio público.

El acceso a financiamiento vuelve a posicionarse como la principal barrera para la implementación de estas medidas, las que se valoran en USD 370.000. Los posibles espacios para dar acción a las soluciones planteadas para la resolución de las necesidades país en este aspecto, se visualizan desde los Fondos de Adaptación, FVC, GEF, Clean Technology Fund (CTF) y Climate Investment Funds (CIF).

En cuanto el acceso al financiamiento, este se posiciona como la principal barrera para suplir las necesidades respecto de la acción climática en todos los ámbitos y dimensiones, pero para la mayoría de estas necesidades se han identificado posibles agentes financistas. Podemos inferir que la mayor brecha se ubica en el proceso para acceder al financiamiento más que a su no existencia o al desconocimiento de las opciones disponibles. De esto se desprenden dificultades asociadas al desarrollo de las propuestas a postular (falta de recursos humanos enfocados a esto) o dentro de los mismos procesos de postulación (plazos, requerimientos), o bien barreras asociadas a los mecanismos de focalización y destinación de los recursos por parte de las mismas agencias donantes.

5.2.1.2 Análisis respecto de los plazos de las necesidades manifestadas

La gran mayoría de las necesidades resultan estar enmarcadas en plazos cortos (1 o 2 años) y como máximo se elaboran necesidades a suplirse mediante proyectos de 5 o 6 años de duración. Se podría hipotetizar que este aspecto en la concepción de las necesidades informadas puede estar influido por 3 situaciones:

- Los fondos disponibles se ofrecen en el marco de esas temporalidades, por lo que las necesidades tienden a conceptualizarse bajo los términos desde los cuales podrían recibirse los apoyos.
- Se da una baja proyección temporal en la planificación de la acción climática, sea por limitantes financieras (se pide apoyo para proyectos más cortos a fin de poder financiarlos con menos recursos); o por marcos políticos y/o programáticos (se contemplan proyectos que se puedan ejecutar dentro de los ciclos presidenciales o dentro de los marcos de compromiso de los distintos instrumentos sectoriales).
- Existió un sesgo en el reporte de necesidades respecto de su temporalidad, en cuanto la consulta de información sobre apoyos recibidos y entregados era exclusiva a los dos años precedentes, sumado al carácter bienal de los reportes que han de construirse a partir de la información consultada.

5.2.1.3 Priorización de Necesidades Sector Público

Se solicitó a los/as informantes del ETICC que priorizaran a su vez sus necesidades. A continuación, (Tabla 13) se reportan los agregados de aquellas necesidades establecidas como de prioridad 1 (en una escala del 1 al 5).

De las 118 necesidades reportadas, 52 (44%) se establecieron como de prioridad 1 (en una escala del 1 al 5).

Según ámbito, para todos, las necesidades prioritarias resultan siempre ser alrededor de la mitad de las necesidades planteadas (salvo para el caso de Reporte, en donde la única necesidad de este tipo no entró a la priorización máxima). Esto se mantiene en casi todas las situaciones cuando además se desglosa la información según dimensión del apoyo principal.

No obstante, para las dimensiones de apoyo a nivel agregado, se observan tendencias más claras que ayudan al entendimiento de qué es fundamental para el trabajo en relación con el cambio climático a nivel nacional: de las 36 necesidades de apoyo financiero que se plantearon, 20 (56%) se han establecido como de prioridad 1; para el desarrollo de capacidades, de las 40 necesidades, 28 (70%) serían prioritarias; y para el desarrollo tecnológico un 36% (4 de 11).

De aquí se puede desprender cómo el desarrollo de capacidades se establece como una necesidad prioritaria a modo transversal para el trabajo en la acción climática, en línea con las necesidades de forjar una estructura preparada en habilidades técnicas y teóricas, para el eficiente y correcto desarrollo de otras iniciativas.

Tabla 13. Priorización de necesidades por ámbito.

Ámbito	N° de Necesidades	Necesidades Priorizadas	%	Dimensión	N° de Necesidades	Necesidades Priorizadas	%
Reporte	1	0	0%	Apoyo a la transparencia	1	0	0%
INGEI	4	2	50%	Desarrollo de capacidades	4	2	50%
Mitigación	31	15	48%	Apoyo financiero	11	7	64%
				Desarrollo de capacidades	14	6	43%
				Desarrollo y transferencia tecnológica	6	2	33%
Adaptación	52	22	42%	Apoyo financiero	20	10	50%
				Desarrollo de capacidades	30	10	33%
				Desarrollo y transferencia tecnológica	2	2	100%
Transversal	29	13	45%	Apoyo financiero	5	3	60%
				Desarrollo de capacidades	22	10	45%
				Desarrollo y transferencia tecnológica	3	0	0%
Negociación Internacional	0	0	0%	-	0	0	0%

Fuente: elaboración propia.

Foto: Nicolás Smith D.

5.2.2 Análisis de Necesidades del Sector Privado

En Chile, el sector privado ha desempeñado un papel significativo en la inversión y la implementación de medidas innovadoras para mitigar el cambio climático. Sin embargo, el ámbito de adaptación es una temática incipiente que recientemente se está estudiando e incorporando el rubro. Por lo tanto, es crucial comprender las motivaciones, barreras y facilitadores que influyen en su actuación en este ámbito, especialmente en las industrias que han demostrado avances y tienen más experiencia. Además, el sector privado tiene el poder de activar la acción al aumentar los esfuerzos de adaptación y el financiamiento dentro de sus propias operaciones y las comunidades en las que operan. Es fundamental seguir fomentando la cooperación público-privada para abordar eficazmente los desafíos del cambio.

En este contexto, para comprender la situación del sector privado, recientemente se han realizado estudios que incorporan este aspecto, por ejemplo para el proyecto "Financiamiento para la adaptación climática en Chile" del Ministerio del Medio ambiente en conjunto con la FAO, se realizó una Caracterización del Sector Privado (MMA-FAO, 2024), la que buscó identificar las necesidades del sector privado para responder al cambio climático, las condiciones propicias para mejorar su capacidad de participar activamente en la adaptación al cambio climático y elaborar esquema de cooperación público-privado y hoja de ruta.

En este estudio se identificaron diferentes brechas relacionadas con la adaptación al cambio climático en el sector privado chileno, tales como:

- Baja comprensión en temas de adaptación al cambio climático: se destaca la falta de comprensión por parte del sector privado en Chile, sobre la adaptación al cambio climático y sus efectos directos en las empresas. Existen brechas en el entendimiento del fenómeno, el lenguaje utilizado y la vinculación de los cambios climáticos con la gestión empresarial.
- Poca implementación de medidas de adaptación al cambio climático: la prioridad actual del sector privado se centra en mejorar la situación financiera, lo cual dificulta la implementación de medidas de adaptación. Además, existe dificultad para involucrar a los componentes operativos y de planificación en estas medidas.
- Uso limitado de instrumentos financieros para la adaptación climática: la falta de financiamiento y el desconocimiento de los instrumentos financieros disponibles para la adaptación al cambio climático, son obstáculos importantes para las empresas en la implementación de medidas de adaptación.

Estas brechas identificadas en el estudio de Financiamiento para la Adaptación, coinciden con las brechas y necesidades levantadas a través de las entrevistas realizadas al sector privado durante la consultoría para el presente reporte, de las cuales se destacan los siguientes elementos:

Por una parte, se mencionan necesidades y brechas respecto de las posibilidades que existen para acceder a financiamiento para acciones climáticas, las que se relacionan al tamaño y alcance de las empresas. Las empresas grandes, por su naturaleza, tienden a tener un acceso más fácil a financiamiento, sin embargo, enfrentan dificultades asociadas a las altas tasas de interés cuando solicitan préstamos para acciones climáticas. En el caso de las empresas medianas y pequeñas, el acceso a financiamiento suele ser más complejo, principalmente debido a los altos costos de transacción.

En este sentido, se reconoce una necesidad de que el Estado asuma un rol más activo en fomentar y facilitar las conexiones entre empresas de diferentes tamaños, o conglomerando a organismos que presentan necesidades afines o se encuentran movilizando acciones del mismo orden, incentivando con esto la cooperación y la formación de sinergias que faciliten el acceso a financiamiento internacional.

En particular, las empresas enfocadas en innovación tecnológica, a menudo pequeñas y en etapas tempranas de desarrollo, enfrentan desafíos mayores. Estas empresas necesitan más garantías de respaldo, ya sean del Estado o de empresas más grandes, para superar las barreras de entrada y encontrar su lugar en el mercado chileno. Estas empresas comúnmente enfocan sus esfuerzos en la venta de productos y en la generación de una base de clientes donde instalar sus innovaciones, antes que en la implementación de acciones climáticas paliativas o en el desarrollo de estudios o proyectos de alcance social. Además, estas tecnologías requieren más tiempo para desarrollarse y por lo tanto, necesitan un cambio cultural en las empresas que les permita comprender y dar oportunidad a estos desarrollos tecnológicos en el mercado chileno. Muchas veces estas empresas han logrado desarrollar tecnologías, pero les falta un mercado donde implementarlas. Es más, a menudo estas empresas ven el financiamiento internacional, por ejemplo, a través de fondos, como algo complejo y laborioso de adquirir y prefieren prescindir de esos recursos.

Además, surge de las entrevistas que la tecnología chilena enfrenta diversas barreras de entrada al mercado. Por un lado, los bancos tienden a evaluar proyectos de innovación tecnológica con el mismo riesgo crediticio que los proyectos tradicionales. Además, se menciona que la tecnología chilena está infravalorada y que no genera suficiente confianza.

Hay una clara necesidad de estimular y apoyar el desarrollo y la implementación de tecnologías climáticas en Chile; y para que esto sea posible, se necesita un mayor acceso a financiamiento, un enfoque en alianzas y colaboraciones entre privados y el sector público, con apoyo y un papel más activo del Estado.

5.3 APOYO A LA ACCIÓN CLIMÁTICA

En esta sección del capítulo se hace referencia al apoyo internacional recibido y entregado (nacional) para actividades relacionadas con el cambio climático. Esta información se clasifica en:

- **Apoyos recibidos en el periodo 2022-2024** (tanto para la 5CN y el 1BTR): donde se identifican aquellos apoyos dispuestos para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales y aquellos apoyos internacionales recibidos para actividades relacionadas con el cambio climático, ya sea en materia de Financiamiento, Desarrollo de Capacidades o Desarrollo y Transferencia de Tecnología.
- **Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático**

Para levantar la información de esta sección se siguió el siguiente proceso:

a) Se hizo un levantamiento de los integrantes del Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) y se les convocó a un taller de sintonización y explicación del proceso que se realizaría para la elaboración del capítulo de Apoyos y Necesidades. En ese taller se presentó el formulario que se utilizó para el reporte de las iniciativas relacionadas con el cambio climático que cuentan con apoyo internacional, para su ejecución y se solicitaron otros datos asociados, tales como instituciones relacionadas con las ejecutadas y financiamiento, monto, ámbito al cual contribuye la iniciativa, entre otras[1]. Para cada una de ellas se registró el monto de apoyo comprometido, identificando el estado de ejecución de la iniciativa en el periodo 2020-2022.

b) Se envió formalmente un formulario en formato Excel, a las instituciones públicas que componen el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), solicitando la completitud de aquellas iniciativas desarrolladas por su institución con financiamiento internacional, durante el periodo de reporte del presente informe.

c) Se analizó la información reportada por las instituciones y se solicitaron aclaraciones y completitud a aquellas cuya información reportada se encontraba incompleta. 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.

El alcance temporal de la información incluida en esta sección, se enfoca en aquellas iniciativas que se adjudicaron apoyo en el periodo entre marzo de 2022 y marzo de 2024.

Alcance de los apoyos no informados: cabe aclarar que luego del periodo establecido para la entrega de antecedentes por parte de cada organismo, restaría la información respecto de los apoyos entregados y recibidos de las siguientes instituciones:

- Ministerio de Bienes Nacionales
- Ministerio de Hacienda
- Ministerio de Relaciones Exteriores
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Dado el carácter de los ministerios que no reportaron, resultaría poco probable que durante el bienio consultado hayan ejecutado proyectos de acción climática con apoyo de financiamiento internacional. No obstante, no se cuenta con la información del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), cuya línea de trabajo se enmarca exclusivamente en la acción ambiental, y que podría haber sido poseedor de apoyos durante el periodo.

Para el caso de los apoyos entregados a otros países, no se recibió el formulario de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID) perteneciente al Ministerio de Relaciones Exteriores y que es la encargada de gestionar recursos entregados por el Ministerio de Hacienda. No obstante, sí se conversó con su representante en una entrevista, en la cual se comentó lo limitado de los recursos entregados por Chile al extranjero, por lo que la falta de recepción final de la información específica a la acción climática podría deberse a la no presencia de este tipo de proyectos en el periodo consultado.

Foto: Arturo Espinosa

[1] El detalle del formulario se puede revisar en el anexo adjunto.

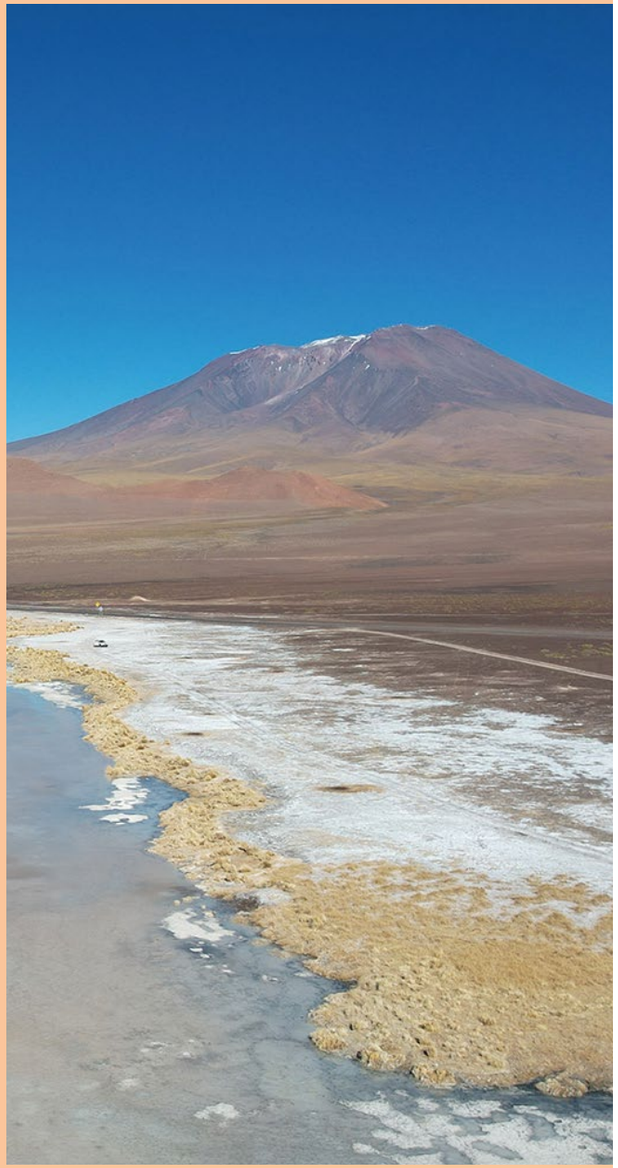


Foto: Bryan Contreras

5.3.1 Apoyo recibido en el periodo 2022-2024 (5CN y 1BTR)

En esta sección, se detallan los apoyos recibidos por Chile en relación con acciones vinculadas al cambio climático durante el periodo entre marzo de 2022 y marzo de 2024. Esto incluye la elaboración de los reportes bienales de actualización y comunicaciones nacionales, acciones para mitigar las emisiones de GEI, así como acciones para adaptarse a los efectos del cambio climático, o actividades relacionadas con los medios de implementación (financiamiento, desarrollo de capacidades o transferencia tecnológica).

Para el periodo 2022-2024, Chile recibió un total de USD 68.880.192 en apoyo internacional para el desarrollo de proyectos y actividades relacionadas a cambio climático, las que se distribuyen en las siguientes dimensiones:

A continuación, se presenta la información desglosada para cada categoría, (preparación y publicación de las comunicaciones nacionales, y Apoyos Internacionales recibidos para actividades relacionadas con el cambio climático, ya sea en materia de Financiamiento, Desarrollo de Capacidades o Desarrollo y Transferencia de Tecnología), de los montos asociados a las iniciativas realizadas en el país con el apoyo internacional durante el periodo 2022-2024.

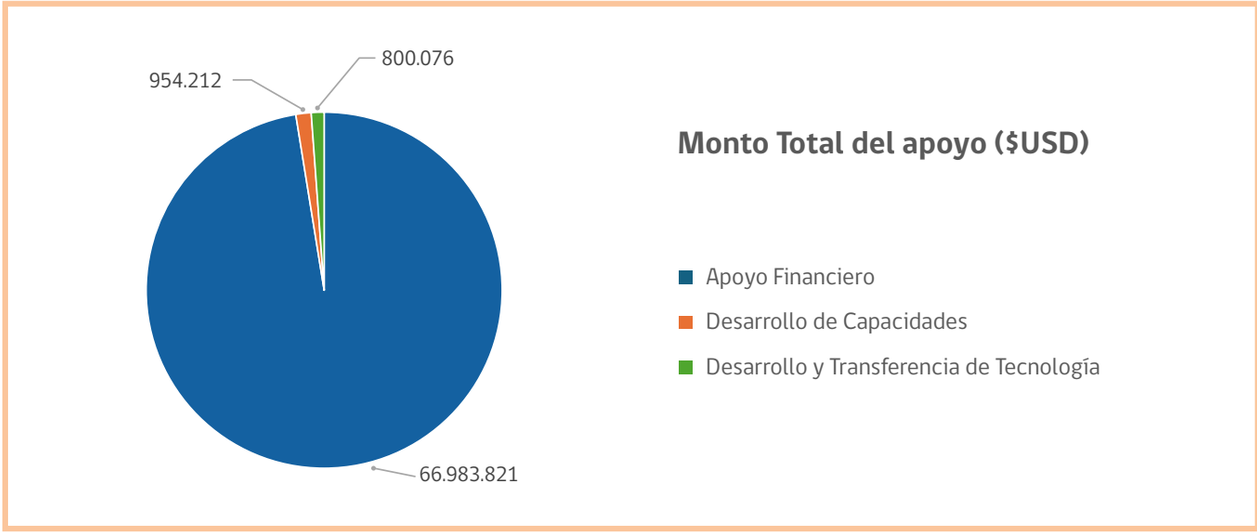


Figura 7: Distribución de montos recibidos por chile en el periodo 2022-2024.
Fuente: elaboración propia.

5.3.1.1 Apoyo a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales

Respecto del apoyo consignado a la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales, durante el periodo 2022-2024, se destinaron recursos para la preparación y publicación de la Quinta Comunicación Nacional y el Primer Informe Bienal de Transparencia 2024. Asimismo, se ha dado este apoyo a la transparencia para el fortalecimiento y actualización de la NDC Chile. Dentro de las principales entidades que otorgan financiamiento figuran el BID, FAO y PNUD, contribuyendo en total USD 3.239.755 destinados a actividades de preparación de ambos reportes. El detalle se puede apreciar en la siguiente tabla, donde se presenta la distribución de los apoyos recibido de Chile.

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 14. Apoyo recibido por Chile para la preparación y publicación de las comunicaciones nacionales.

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Tipo de fuente del apoyo	Monto Total del apoyo (USD)
MMA	Apoyo a la preparación del Quinto Informe Bienal de Actualización 5IBA	PNUD	Fondos e instituciones multilaterales	$352.000
MMA	Fortalecimiento del Marco de Transparencia de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile - Fase Dos (CBIT-2)	FAO	Fondos e instituciones multilaterales	$2.243.250
MMA	Primer Informe Bienal de Transparencia (1BTR) y Quinta Comunicación Nacional a la CMNUCC 1BTR 5CN	FAO	Fondos e instituciones multilaterales	$566.115
MMA	Desarrollo del proceso de elaboración participativa de las NDC: Participación ciudadana temprana	BID	Instituciones financieras internacionales	$45.500
MMA	Consultoría de apoyo al Ministerio del Medio Ambiente para el proceso de actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional 2025	BID	Instituciones financieras internacionales	$32.890
Total apoyos en preparación y publicación de las comunicaciones nacionales				$3.239.755

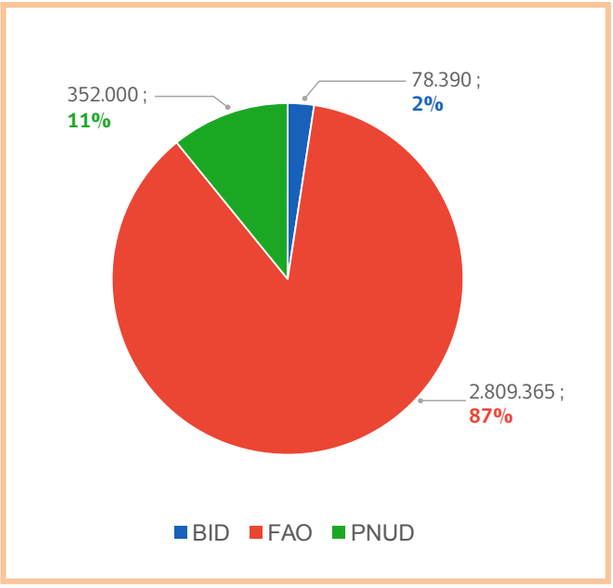


Figura 8: Monto Total del apoyo (USD$) por entidad donante
Fuente: elaboración propia.

5.3.1.2 Apoyo internacional recibido para actividades relacionadas con el cambio climático

Chile, como país en vías de desarrollo, cuenta con el apoyo internacional destinado a iniciativas de cambio climático de diferentes organizaciones e instituciones, tanto para su diseño, como para su implementación. La entrega de dicho apoyo se clasifica en i) apoyo financiero, ii) desarrollo de capacidades y iii) desarrollo y transferencia de tecnologías.

En cuanto a la información sobre los aportes que recibe Chile, estos son a través de flujos directos de dinero para desarrollar actividades o programas específicos de la agenda climática nacional, los cuales no incluyen flujos de dinero destinados al sector privado. En este contexto se creó una categorización, sobre los flujos de recursos financieros: los tipos de fuente de financiamiento. Pueden ser:

- Bilaterales: recursos provenientes de un país específico que realiza un proyecto en conjunto con el Gobierno de Chile, o con su patrocinio;
- Fondos e instituciones multilaterales: fondos que reciben aportes desde diversos países desarrollados, los que luego se distribuyen entre países en desarrollo (ej.: Euroclima+, GEF, Fondo de Adaptación);
- Instituciones financieras internacionales: financiamiento a partir de gestiones propias de la banca de desarrollo internacional para el encausamiento de diversas partes donantes;
- Otros: donaciones realizadas por dos o más países u organizaciones reunidas para alguna iniciativa específica, o por privados.

Apoyo recibido en materia de Financiamiento

Durante el periodo de reporte 2022-2024, las instituciones donantes aportaron a Chile un total de USD 63.776.956 en la dimensión de Apoyo Financiero, que apuntan a la realización de actividades en materia de financiamiento de políticas, programas y proyectos de la agenda climática nacional. En particular estos apoyos fueron orientados a los siguientes ámbitos:

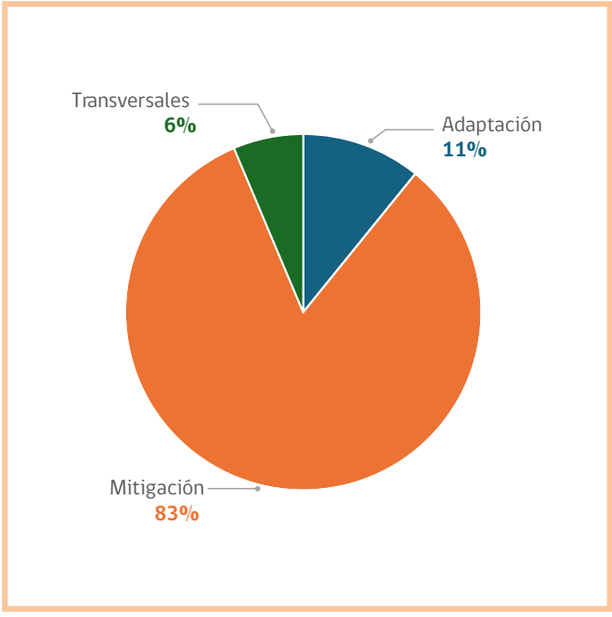


Figura 9. Apoyo recibido en materia de Financiamiento según ámbito.
Fuente: elaboración Propia.

Algunas de las organizaciones con mayor participación en la entrega de financiamiento en materia de apoyo financiero son el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), GIZ, FAO, Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility, GEF, en inglés) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

En la siguiente tabla se entrega el detalle de los apoyos recibidos en la dimensión Apoyo financiero, según el tipo de donante.

Foto: Fernando Medrano

Tabla 15. Detalle del apoyo financiero adjudicados, por tipo de donante, 2020-2022.

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD)
BILATERAL					
MMA	Consultoría parta el desarrollo de las Estrategias de Financiamiento para los PARCC de Antofagasta y Magallanes y la Antártica Chilena, con integración de la Acción Climática del Sector Privado	GIZ	Transversales	Política pública[2]	$47.690
MEN	Estudio de proyección de la demanda energética, considerando los impactos del cambio climático	GIZ	Adaptación	Energía	$42.000
MEN	Análisis de Infraestructura resiliente a la crisis climática para el sector energético	GIZ	Adaptación	Energía	$25.000
Mineduc	Estudio para levantar panorama educativo en el marco de la educación para el desarrollo sostenible	Gobierno de Japón	Transversales	Política pública	$5.000
MMA	The air quality division of the Ministry of Environment requests a coordinator for the Sustainable Home Agreement for the reduction of black carbon products from home heating	S/I	Transversales	Energía	$110.000
				TOTAL COOPERACIÓN BILATERAL	**$229.690**
FONDOS E INSTITUCIONES MULTILATERALES					
MMA	Apoyo a la Estrategia chilena de Transporte Sustentable. TRANSPORTE URBANO CLETS	GEF	Mitigación	Transporte	$2.900.000
MMA	Primer Informe Bienal de Transparencia (1BTR) y Quinta Comunicación Nacional a la CMNUCC 1BTR 5CN	FAO	Reporte	Política pública	$566.115
MMA	Analysis of the main needs and existing financial gaps for the implementation of the Long-Term Climate Strategy and macroeconomic effects of the implementation of its measures	UNDP	Transversales	Política pública	$47.690
MMA	Develop an investment and financing plan to implement NDC and LTS guidelines on Nature-Based Solutions, including the identification of 5 investment projects to advance Climate Change adaptation	UNDP	Transversales	Política pública	$80.000
MMA	Study of the territorial impact of losses and damages from climate change and human mobility and migration phenomena	FAO	Adaptación	Edificación y ciudades	$80.000
MMA	Senior Embedded Advisor at the Ministry of Environment for the Department of Climate Finance and Means of Implementation	NDCP SU	Transversales	Política pública	$40.000
MMA	Facilitator for the coordination of internationally funded projects	UNDP	Transversales	Política pública	$40.000
MMA	Embedded Advisor at the Ministry of Finance	Euroclima, European Commission	Transversales	Política pública	$40.000
MMA	Fortalecimiento del Marco de Transparencia de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile – Fase Dos (CBIT-2)	FAO	Reporte	Política pública	$2.243.250
MMA	Apoyando la transición a una construcción circular baja en emisiones	GEF	Mitigación	Infraestructura	$20.200.000

[2] Se agrega nuevo sector "Política Pública", dado que se identifica necesario considerar una categoría más amplia que integre las acciones y proyectos relacionados a políticas que está asumiendo el Estado en materia de cambio climático y sostenibilidad.

Continuación tabla 15

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD)
AgenciaSE	GIZ Electromovilidad	GIZ	Mitigación	Energía	$744.055
AgenciaSE	Euroclima+ Chile-Argentina	Unión Europea	Mitigación	Energía	$1.640.477
AgenciaSE	GEF Electromovilidad	GEF	Mitigación	Energía	$20.304.862
MEN	Plan de Apoyo a la Implementación en Chile de su propuesta bajo la Iniciativa Partnership for Market Implementation	Banco Mundial	Mitigación	Energía	$5.000.000
MEN	Acelerando la adopción de movilidad eléctrica en Chile electromovilidad	PNUMA	Mitigación	Transporte	$1.784.862
MEN	Promoviendo ciudades sustentables para una transición energética justa en Chile	PNUMA	Adaptación	Edificación y ciudades	$5.200.000
Min Defensa - SSFFAA	Consultoría para la participación temprana del PACC-ZC	FAO	Adaptación	Borde costero	$4.466
Min Defensa - SSFFAA	Consultoría para la participación temprana del PACC-ZC	FAO	Adaptación	Borde costero	$4.466
MTT	Apoyo a la Estrategia Chilena de Transporte Sostenible - CLETS	GEF	Transversales	Transporte	$2.900.000
MMA	"Elaboration of new regulations and modification of existing regulations Law No. 21,455, Climate Change Framework	UNDP, UNEP	Transversales	Política pública	$140.000
				TOTAL FONDOS E INSTITUCIONES MULTILATERALES	**$61.150.878**
INSTITUCIONES FINANCIERAS INTERNACIONALES					
MMA	Consultoría para desarrollar y apoyar la implementación de un Plan de Comunicaciones y Posicionamiento para la fase de establecimiento de un nuevo fondo ambiental en Chile	BID	Transversales	Política pública	$11.889
MMA	Consultoría en el Desarrollo del proceso de elaboración de escenarios prospectivos del sector Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras (UTCUTS)	BID	Transversales	UTCUTS	$40.000
MMA	Consultoría para desarrollar y apoyar la implementación de un Plan de Comunicaciones y Posicionamiento para la fase de establecimiento de un nuevo fondo ambiental en Chile	BID	Transversales	Política pública	$24.975
MMA	Consultoría para la adecuación, mantención y soporte del Sistema de Seguimiento Atmosférico frente al Sistema de Compensación de Emisiones	BID	Mitigación	Energía	$29.859
MMA	Consultoría para la implementación del sistema de entidades de verificación de reducción de emisiones	BID	Mitigación	Energía	$25.508
MMA	Consultoría para la implementación del sistema de entidades de verificación de reducción de emisiones	BID	Mitigación	Energía	$24.829
DGA	Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Recursos Hídricos	Fondo Verde del Clima	Adaptación	Recurso hídrico	$1.470.000
MMA	Consultoría para el Diseño e implementación de una hoja de ruta para la gestión climática a escala sub-nacional en Chile	BID	Transversales	Política pública	$90.000

Continuación tabla 15

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD)
MMA	Desarrollar los Planes de Acción Comunales de Cambio Climático en 11 municipalidades de la región de Los Ríos	BID	Transversales	Política pública	$264.690
MMA	Diseño de un Programa de Restauración Ecológica y Cuencas para el Fondo Naturaleza de Chile	BID	Transversales	Biodiversidad	$64.324
MMA	Estudio Sobre Fuentes de Financiamiento para Acciones que Aborden el Cambio Climático a Nivel Comunal y Regional	BID	Transversales	Política pública	$64.820
MMA	Evaluación de Vías de Reducción de Emisiones y Costos y Beneficios asociados en el sector de Agricultura y Bosques en Chile	BID	Mitigación	Silvoagropecuario	$119.240
MMA	Generación de los insumos necesarios para iniciar la operación del Sistema de Compensación de Emisiones en Chile	BID	Mitigación	Energía	$20.540
MMA	Diseño de un Programa de Restauración Ecológica y Cuencas para el Fondo Naturaleza de Chile	BID	Transversales	Biodiversidad	$64.324
MMA	Estudio Sobre Fuentes de Financiamiento para Acciones que Aborden el Cambio Climático a Nivel Comunal y Regional	BID	Transversales	Política pública	$64.820
MMA	Evaluación de Vías de Reducción de Emisiones y Costos y Beneficios asociados en el sector de Agricultura y Bosques en Chile	BID	Mitigación	Silvoagropecuario	$119.240
MMA	Generación de los insumos necesarios para iniciar la operación del Sistema de Compensación de Emisiones en Chile	BID	Mitigación	Energía	$20.540
				TOTAL INSTITUCIONES FINANCIERAS INTERNACIONALES	**$2.250.714**
OTROS					
Min. Defensa - SSFFAA	Consultoría Insumos para la elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Zona Costera (PACC-ZC)	MMA	Adaptación	Borde costero	$40.000
Minagri-UGRA	ACTUALIZACIÓN DT01 Y DT 02	CNR	Adaptación	Recurso hídrico	$44.013
MTT	Definición de lineamientos de un sistema nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de políticas y acciones de mitigación impulsadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y diseño conceptual de una herramienta para la gestión de sus datos e indicadores. (Arquitectura MRV)	Programa Euroclima Plus	Mitigación	Transporte	$16.237
MTT	Propuesta de Formulación de Programa Nacional de Movilidad Urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático en Chile	Programa Euroclima Plus	Transversales	Transporte	$45.464
				TOTAL OTROS	**$145.714**

En el siguiente gráfico, se aprecia de manera resumida la distribución de los aportes por tipo de fuente de apoyo.

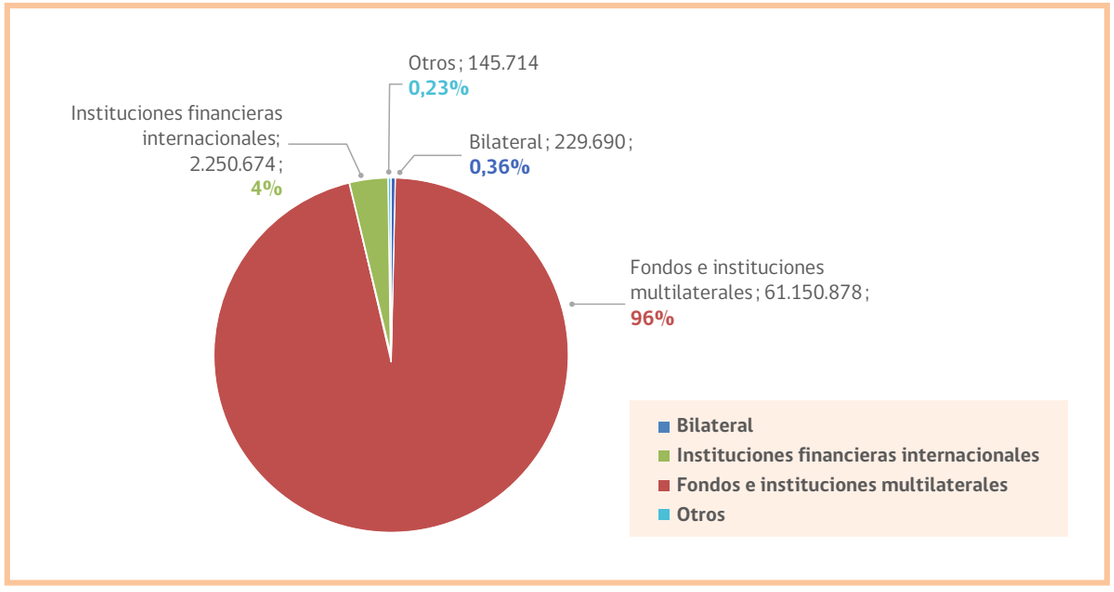


Figura 10. Apoyo total recibido en materia de Financiamiento por tipo de fuente.
Fuente: elaboración propia.

Apoyo recibido en materia de Desarrollo de capacidades

Durante el periodo de reporte 2022-2024, las instituciones donantes aportaron a Chile un total de USD 963.495 en la dimensión de Desarrollo de Capacidades y Asistencia Técnica, que apuntan al apoyo recibido para iniciativas que han abarcado proyectos y desarrollo de estudios específicos en distintas áreas del cambio climático y sectores. Estos aportes se distribuyen por ámbito según la siguiente figura:

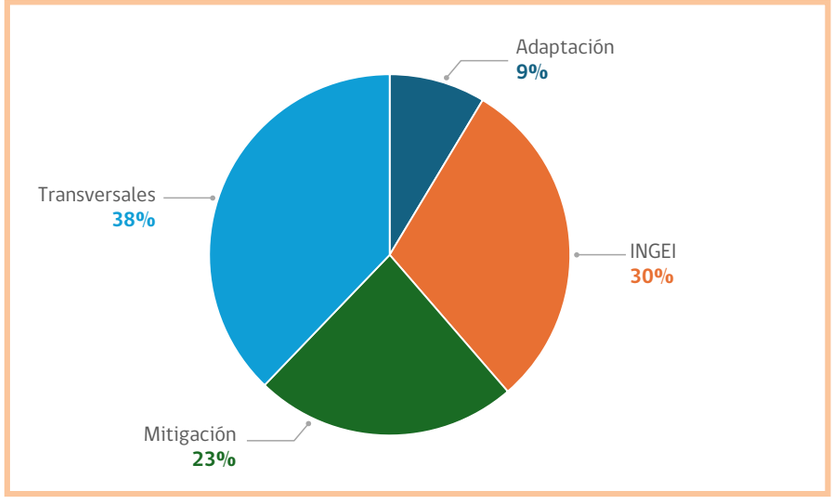


Figura 11. Apoyo recibido en materia de Desarrollo de Capacidades según ámbito.
Fuente: elaboración propia.

La mayor parte de estos apoyos ha sido dirigida a fortalecer el sistema de compensación e impuestos verdes, principalmente a través de la contratación de profesionales especialistas en impuestos verdes y compensaciones, pero también se han destinados apoyos al desarrollo y fortalecimiento de políticas públicas de carácter transversal al cambio climático, tales como reglamentos asociados a la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) y las Políticas Públicas para el Capital Natural. En la siguiente tabla se detallan los aportes por tipo de donante.

Foto: Micaela Jara Forray

Tabla 16. Detalle de recursos para actividades de Desarrollo de Capacidades, por tipo de donante, periodo año 2022-2024.

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD)
BILATERAL					
MMA	Mejorar y fortalecer las capacidades de los actores de los gobiernos locales para la gestión del cambio climático, a través de la elaboración de inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel comunal, integrados al Programa HuellaChile	NDCP SU	Mitigación	Energía	$47.690
MMA	"Support in the coordination and providing technical oversight for the development of sectoral mitigation plans, adaptation plans and regional climate change action plans"	GWP	Transversales	Política pública	$47.690
MMA	Consultoría para desarrollo e implementación e-learning para la adecuación gráfica de los módulos 1 y 2 del curso "Introducción al cambio climático: empoderamiento para la acción" y la creación de contenidos de un nuevo módulo sobre el financiamiento climático	GIZ	Transversales	Política pública	$164.000
				TOTAL COLABORACIÓN BILATERAL	**$259.380**
INSTITUCIONES FINANCIERAS INTERNACIONALES					
MMA	Consultor Especialista en Políticas Públicas para el Capital Natural	BID	Transversales	Biodiversidad	$18.328
MMA	Consultor informático back-end para sistema de compensación de emisiones para el impuesto verde	BID	INGEI	Política pública	$59.803
MMA	Consultor informático front-end para sistema de compensación de emisiones para el impuesto verde	BID	INGEI	Política pública	$20.216
MMA	Consultoría en Asesoría Jurídica para la División de Cambio Climático: Reglamentos Orgánicos LMCC	BID	Transversales	Política pública	$37.151
MMA	Consultoría en Asesoría Jurídica para la División de Cambio Climático: Reglamentos Procedimentales LMCC	BID	Transversales	Política pública	$37.995
MMA	Consultoría en Asesoría Jurídica para la División de Cambio Climático: Reglamentos Sistemas de Información LMCC	BID	Transversales	Política pública	$37.151

Continuación tabla 16

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD)
MMA	Consultoría Impuestos Verdes y Compensaciones: Actualización Protocolos MRV 1	BID	Mitigación	Política pública	$15.799
MMA	Consultoría Impuestos Verdes y Compensaciones: Actualización Protocolos MRV 2	BID	Mitigación	Política pública	$15.845
MMA	Instructivo para la preparación de datos, metadatos y contenidos de Cadenas de Impacto (CDI) para la Plataforma Atlas de Riesgo Climático – ARClim	BID	Adaptación	Transversal	$83.000
MMA	Programador para el desarrollo de mejoras continuas en la plataforma del sistema de compensaciones del impuesto verde	BID	Mitigación	Política pública	$23.759
MMA	Analista de negocios para diseño e implementación de sistemas informáticos asociados a instrumentos de precios al carbono	BID	Mitigación	Energía	$50.169
MMA	Consultor en Desarrollo de Escenarios Prospectivos del Sector IPPU	BID	INGEI	Energía	$19.604
MMA	Consultor para el diseño del plan de fomento de mercado para el Sistema de Compensación de Emisiones del Impuesto Verde	BID	Mitigación	Política pública	$12.253
MMA	Encargado/a de vinculación estratégica, gestión de procesos y asistencia logística en la implementación del Sistema de Compensación de Emisiones del Impuesto Verde	BID	Mitigación	Energía	$47.690
MMA	Consultor en Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos	BID	Transversales	Biodiversidad	$22.068
MMA	Consultor Impuestos Verdes y Compensaciones para la División de Cambio Climático 1.	BID	Mitigación	Política pública	$15.845
MMA	Consultor Impuestos Verdes y Compensaciones para la División de Cambio Climático 2	BID	Mitigación	Política pública	$25.146
MMA	Consultor Informático para Sistema de compensación de emisiones para el Impuesto Verde	BID	Mitigación	Política pública	$20.120
SMA	Contratación de 3 consultores para funciones de estimación y verificación de emisiones, cálculo del impuesto verde y desarrollo del sistema de compensación de emisiones	BID	INGEI	Energía	$142.083
				TOTAL INSTITUCIONES FINANCIERAS INTERNACIONALES	**$704.025**

Foto: Ana Guerrero

En el siguiente gráfico, se aprecia de manera resumida la distribución de los aportes por tipo de fuente de apoyo.

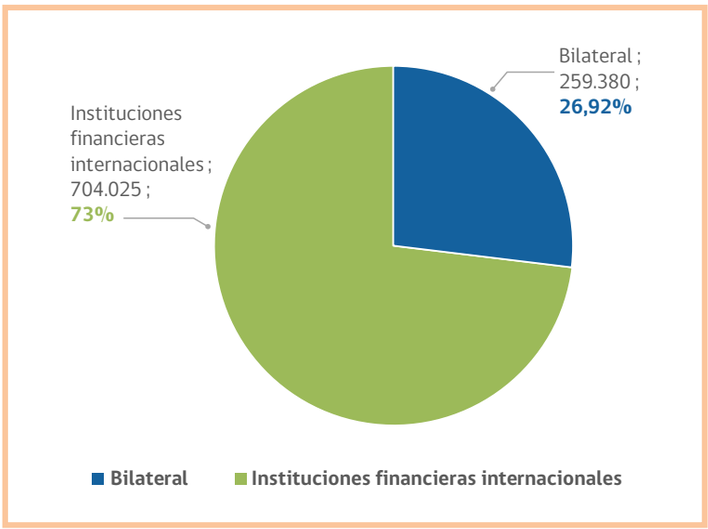


Figura 12. Apoyo total recibido en materia de Desarrollo de Capacidades por tipo de fuente.
Fuente: elaboración propia.

Apoyo recibido en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología

En esta sección se describen los apoyos recibidos por el país en el área de transferencia de tecnologías, los cuales se cuantifican en USD 800.076 y se distribuyen por ámbito según la figura siguiente:

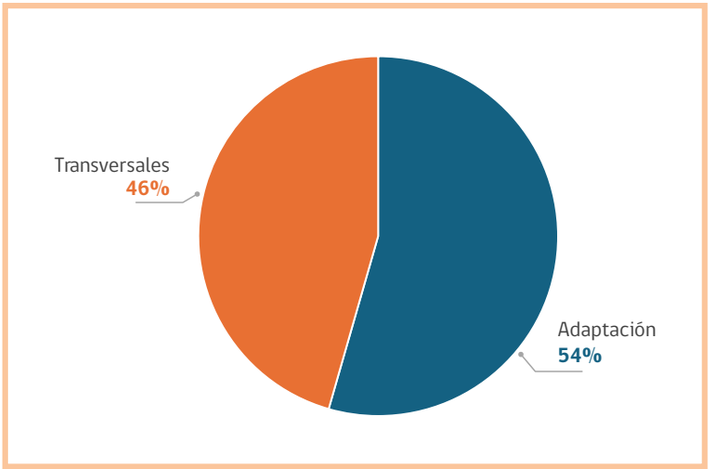


Figura 13. Apoyo recibido en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología según ámbito.
Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta la información sobre las iniciativas identificadas en esta materia.

Tabla 17. Iniciativas relacionadas con Transferencia Tecnológica, periodo 2022-2024.

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD)
BILATERAL					
MEN	Explorador de Hidrógeno Renovable (Verde)	Fondo Mixto de Cooperación Triangular Chile - España	Adaptación	Energía	$109.356
MEN	Estudio de concepto de exploradores de potencial energético solar y de biomasa	GIZ Colombia	Adaptación	Energía	$297.502
				TOTAL COLABORACIÓN BILATERAL	**$406.858**
FONDOS E INSTITUCIONES MULTILATERALES					
ASCC	Strengthening frameworks towards MSME financing for circular economy projects and initiatives aligned with National Climate Targets in participating countries	CTCN	Transversales	Residuos	$349.490
ASCC	Explorar papel de PYMEs a nivel de una unidad subnacional en la economía circular	CTCN	Transversales	Residuos	$15.000
MEN	Servicio para el desarrollo de Asistencia Técnica para evaluar la usabilidad de las calculadoras fotovoltaicas y propuestas para mejorar el servicio, en el marco del proyecto ENANDES (Mejorando la Capacidad Adaptativa de Comunidades Andinas a través de los Servicios Climáticos)	Fondo de Adaptación	Adaptación	Energía	$13.925
MEN	Miniherramienta para identificar y cuantificar cambios en la tasa de evaporación en infraestructuras hídricas con paneles solares flotantes. En el marco del proyecto ENANDES+	Fondo de Adaptación	Adaptación	Energía	$14.803
				TOTAL FONDOS E INSTITUCIONES MULTILATERALES	**$393.218**

En el siguiente gráfico, se aprecia de manera resumida la distribución de los aportes por tipo de fuente de apoyo.

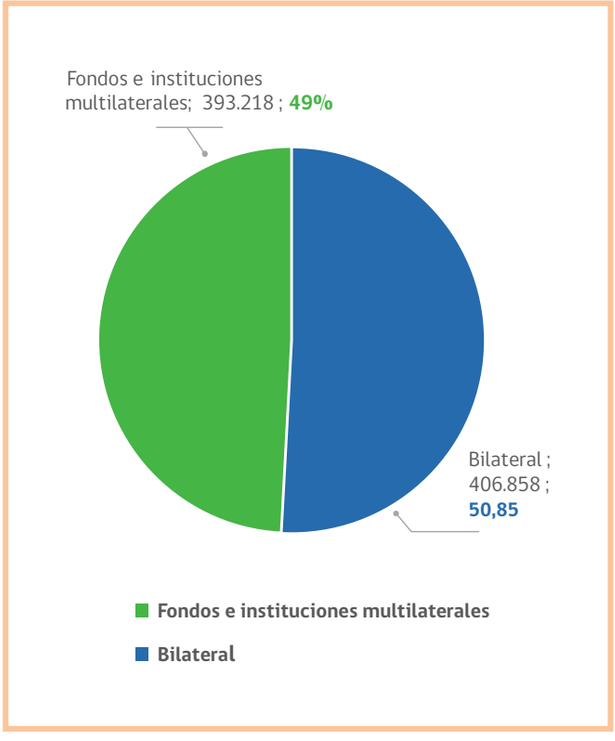


Figura 14. Apoyo total recibido en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología por tipo de fuente.
Fuente: elaboración propia.

5.3.1.3 Apoyo recibido en materia de Transparencia

La información proporcionada es en consecuencia al apoyo recibido en materia de Transparencia, donde se busca desarrollar la aplicación del artículo 13 del Acuerdo de París y de las actividades relacionadas con este ámbito.

Para lo cual se cuenta con un total de siete proyectos, los cuales van en relación al ámbito de desarrollo de capacidades. A continuación, se presenta el detalle en la tabla 18.

Tabla 18: Iniciativas relacionadas con Trasparencia, periodo 2022-2024

Entidad Receptora	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad Donante	Ámbito	Sector	Estado
FONDOS E INSTITUCIONES MULTILATERALES					
Ministerio de agricultura	Cooperación multilateral entre Cuba, Chile y Panamá sobre sistemas nacionales de inventarios	CBIT-GSP, PNUMA-CCC	Mitigación	UTCUTS	Finalizado
Ministerio del Medio Ambiente	Cooperación multilateral entre Panamá, Chile, Colombia, Paraguay y Uruguay sobre inventarios nacionales de GEI	CBIT-GSP	Mitigación	Transversal	Finalizado
Instituto Meteorológico Nacional; Secretaría REDD+; Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA).	Cooperación multilateral entre Costa Rica, Argentina, Chile, y Uruguay sobre las tierras en transición del UTCUTS	CBIT-GSP, PNUMA-CCC	Transversales	UTCUTS	Finalizado

Entidad Receptora	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Estado
FONDOS E INSTITUCIONES BILATERALES					
Ministerio del Medio Ambiente	Apoyo para el desarrollo de una hoja de ruta para el 1BTR de Chile	CBIT-GSP, PATPA, PNUMA-CCC	Reporte	Pólitica Pública	Finalizado
INIA	Cooperación entre Colombia y Chile para el desarrollo de factores de emisión país específico del ganado	CBIT-GSP, PNUMA-CCC	Mitigación	Silvoagropecuario	Finalizado
Ministerio del Medio Ambiente	Apoyo experto a Chile para el reporte del seguimiento de la NDC en el 1BTR	CBIT-GSP	Reporte	Política Pública	Finalizado
Ministerio del Medio Ambiente	Examen técnico simplificado a los sectores de IPPU y Residuos del NIR de Chile	CBIT-GSP	Reporte	Política Pública	Finalizado

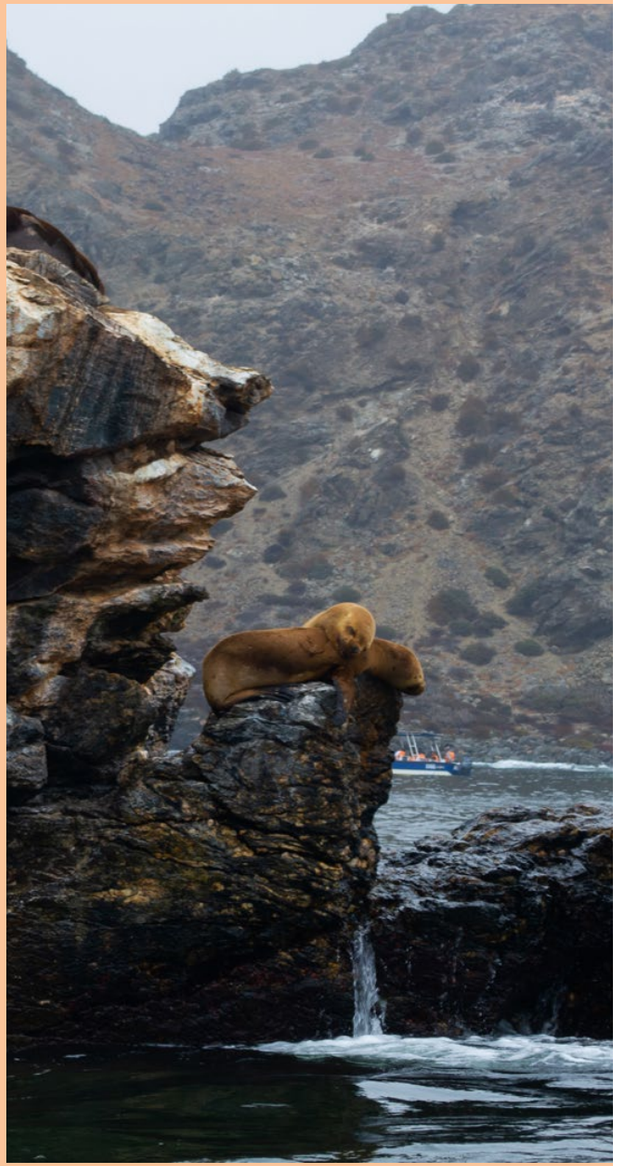


Foto: Daniela Madrazo O.

En la siguiente figura, se aprecia de manera resumida la distribución de los aportes por dimensión y por tipo de fuente de apoyo.

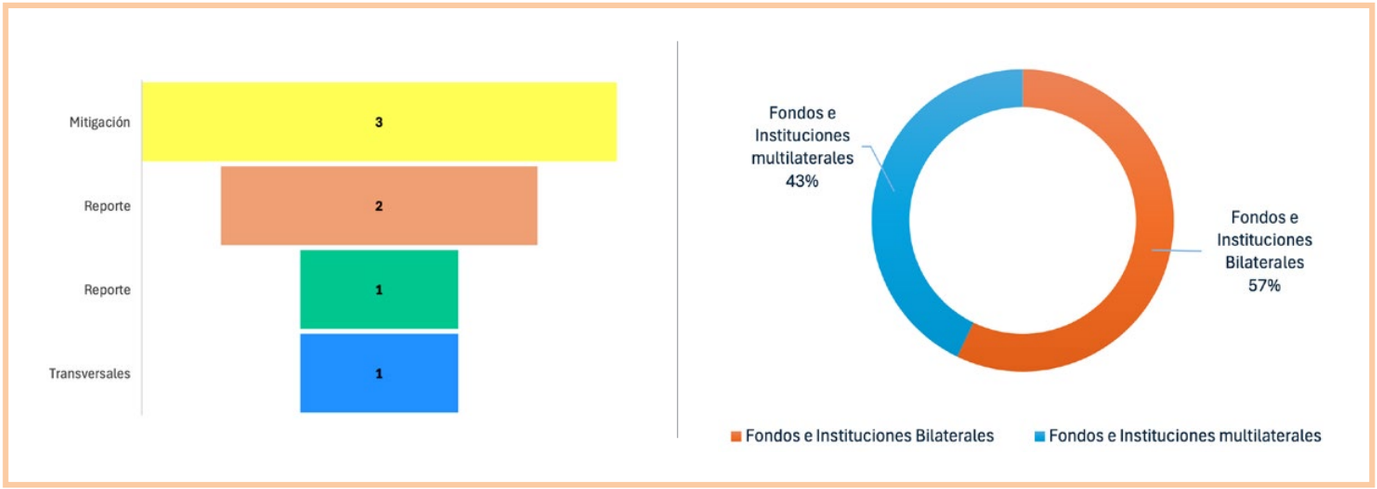


Figura 15: Apoyo total recibido en materia de transparencia por dimensión y tipo de fuente.
Fuente: elaboración propia.

Foto: Nicolás Smith D.

5.3.2 Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático (CN)

En los últimos años, Chile ha entregado apoyo a otros países, destinado a acciones para enfrentar el cambio climático de acuerdo al periodo de reporte. Chile ha entregado apoyo a países como Uruguay, Panamá, Argentina y Costa Rica; cabe mencionar que este apoyo fue tanto monetario como a través de capacidades humanas. A continuación, se entrega el detalle de los apoyos nacionales.

Tabla 19. Apoyo entregado (nacional) a actividades relacionadas con el cambio climático.

Institución	Nombre de iniciativa o proyecto	Entidad donante	Ámbito	Sector	Monto Total del apoyo (USD$)
MEN	Cooperación bilateral Chile-Panamá para el fortalecimiento de la transparencia del Acuerdo de París	Euroclima +	Panamá	Energía	Aporte en especie, dos expertos de MEN participaron en la creación de capacidades
AgenciaSE	Cooperación Chile-Uruguay: acción Climática Local	AGCID (a través del Ministerio de Hacienda)	Uruguay	Energía	$44.017
Minagri-UGRA	IntegraSem: Integración de los bancos y sistemas locales de semillas para contribuir a la conservación y seguridad alimentaria en América Latina (FONTAGRO, capital semilla para elaboración de proyecto consensuado)	INIA	Chile, Argentina, Costa Rica y Nicaragua	Agricultura	$5.014
				TOTAL APOYO ENTREGADO	**$49.064**

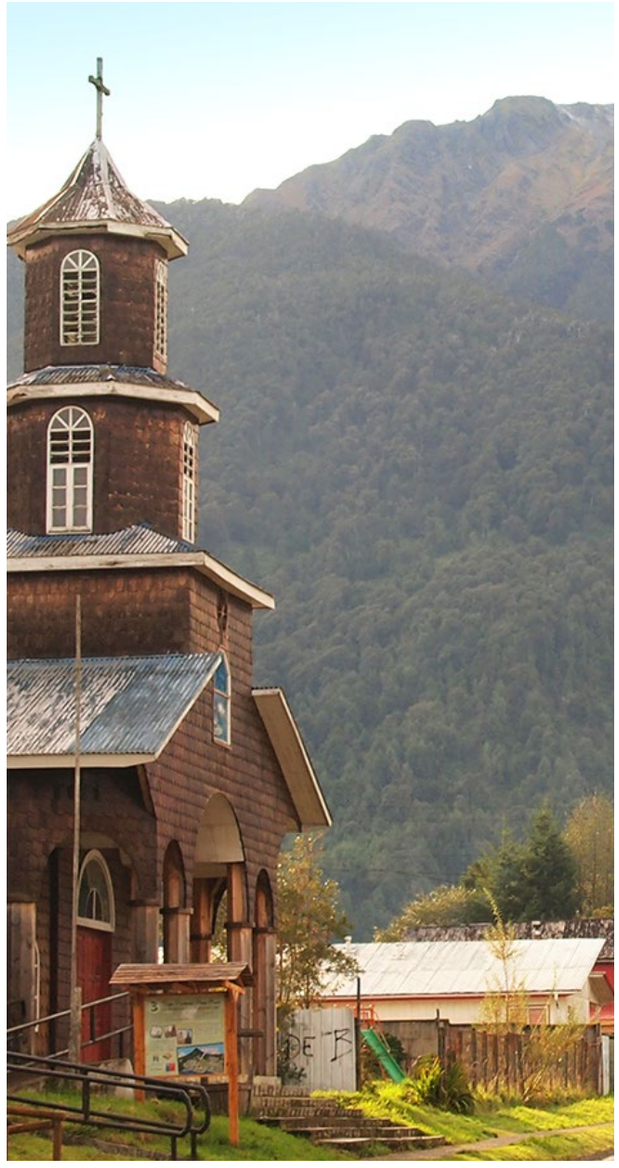


Foto: Nicolás Smith D.

5.4 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA NECESIDAD IDENTIFICADA Y EL APOYO ENTREGADO PARA EL SECTOR PÚBLICO

La información proporcionada en este documento da cuenta de las necesidades indicadas por cada uno de los sectores, tanto por ámbito como de su dimensión de apoyo principal. Asimismo, se presentan los apoyos que ha tenido Chile tanto en la entrega como recepción de estos.

Esta información brinda la oportunidad de evidenciar las brechas existentes en cuanto a la valorización de las necesitades identificadas versus los montos del apoyo recibido. A partir de estos datos se determina que, para este período, el monto total de esta brecha se alza en USD 1.261.525.127, tal como se detalla en la Figura 16 a continuación.

De la figura anterior, es necesario precisar que la información se encuentra confeccionada con la información proporcionada por diversos sectores en cuanto a la valorización de sus necesidades.

Es importante detallar que la mayor brecha se encuentra en los ámbitos de Adaptación alzando un monto diferencial de USD 844.259.212, luego en el ámbito de Mitigación con una diferencia de USD 338.178.292 y, en el ámbito Transversales alcanzando un total de USD 81.803.774.

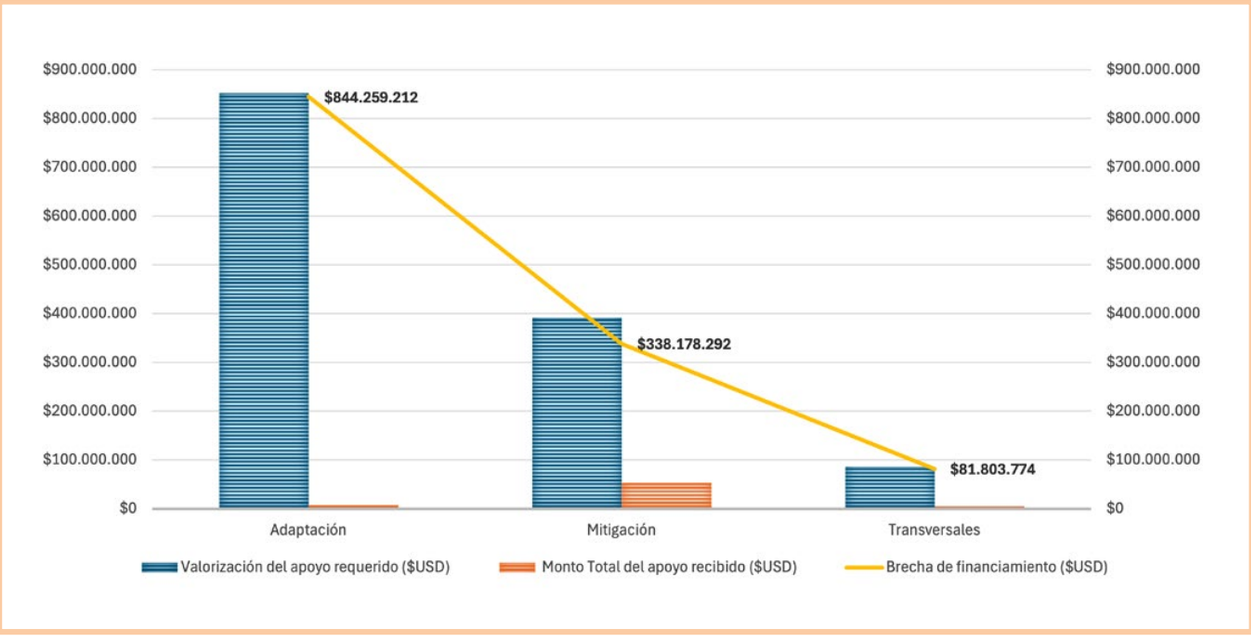


Figura 16: Monto de brecha entre apoyo requerido y recibido período 2022-2024.
Fuente: elaboración propia, 2024.

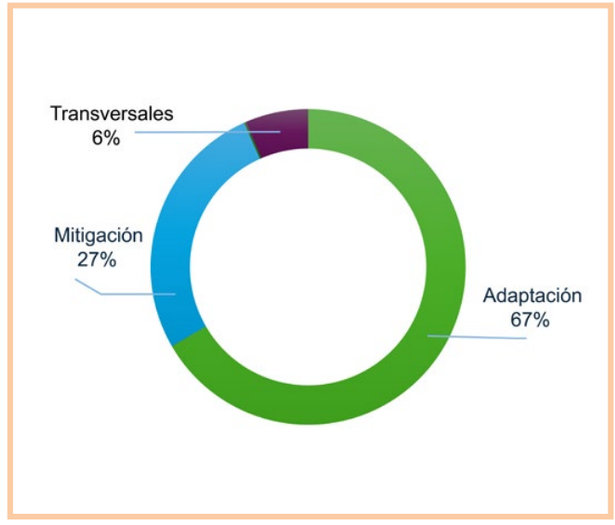


Figura 17: Distribución porcentual de la brecha entre apoyo requerido y recibido por ámbito período 2022-2024
Fuente: elaboración propia, 2024.

En un análisis más detallado por ámbito y su dimensión de apoyo principal, se evidencian algunas similitudes y discrepancias entre los ámbitos. Donde para el caso de los ámbitos que presentan una mayor brecha (Adaptación, Mitigación y Transversales), su mayor diferencial se encuentra en la dimensión denominada "Apoyo Financiero"; en cambio, para el caso de Reporte el 100% está dispuesto en la dimensión "Apoyo a la Transparencia". Y, por último, para el caso del ámbito INGEI el 100% de esta brecha está en la dimensión "Desarrollo de Capacidades", tal como se detalla en la figura a continuación.

Figura 18: Distribución de la brecha entre apoyo requerido y recibido por ámbito y dimensión.
Fuente: elaboración propia, 2024.

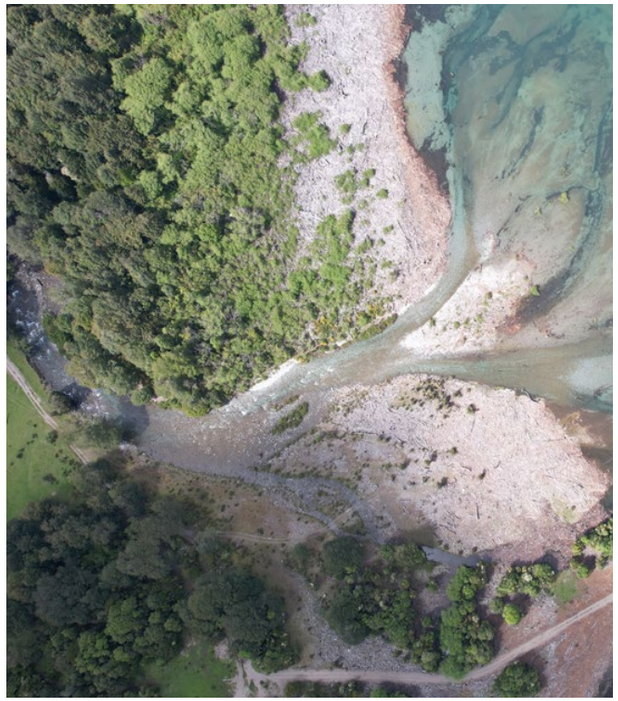


Foto: Tomás Gómez

BIBLIOGRAFÍA

CAF. (2024). *Convocatoria para seleccionar al Coordinador(a) del Proyecto GCF Readiness de Chile.* Obtenido de https://www.caf.com/es/actualidad/convocatorias/2024/04/coordinador-a-proyecto-gcf-readiness-chile/

Centro UC. (2019). *Empresas y cambio climático en Chile: el camino hacia una adaptación sostenible.* Obtenido de https://cambioglobal.uc.cl/images/proyectos/ResumenEjecutivo_EmpresasCambioClimatico_AccionEmpresas-CCG-UC.pdf

CMNUCC. (2012). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011 .*

CMNUCC. (2015). *Acuerdo de paris.* Obtenido de https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf

CORFO. (2021). *LISTADO DE RESPUESTAS A PREGUNTAS FRECUENTES SEGUIMIENTO FINANCIERO DE PROYECTOS.* Obtenido de file: ///C:/Users/Asus/Downloads/Respuestas-a-Preguntas-Frecuentes-de-Proyectos-Intermediarios-AOI,1%20(1).pdf

CPC; EY. (2020). *Visión y Acción climática del mundo empresarial para Chile.* Obtenido de https://www.cpc.cl/wp-content/uploads/2020/03/Visi%C3%B3n-y-acci%C3%B3n-clim%C3%A1tica-%C2%B7-CPC-EY-2020-low.pdf

Fondo Verde para el Clima. (2024). *Rol de Chile en el Fondo Verde para el Clima.* Obtenido de https://fondoverde.hacienda.cl/fondo-verde/rol-de-chile-en-el-fondo-verde-para-el-clima

IPCC. (2014). *Informe de síntesis.* Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Ministerio de Hacienda. (2023). *Bonos SLB.* Obtenido de https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-esg/bonos-slb

Ministerio de Hacienda; BID. (s.f.). *MESA PÚBLICO-PRIVADA DE FINANZAS VERDES.* Obtenido de INFORME DE RESULTADOS: ENCUESTA SOBRE RIESGOS Y OPORTUNIDADES ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR FINANCIERO DE CHILE: https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/otros-documentos-relevantes/encuesta-riesgos-y-oportunidades-asociados-al-cambio-climatico-en-el-sector

MMA. (2018). *Comunicaciones nacionales.* Obtenido de https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-08-2-comunicaciones-nacionales/

MMA. (2020). *4to Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático.* Obtenido de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/01/Chile_4th_BUR_2020.pdf

MMA. (2021). *Cuarta Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.*

MMA. (octubre de 2021). *Ministerios de Medio Ambiente, Ciencia y Energía lanzan Estrategia Climática de Largo Plazo que fija el camino para ser carbono neutral.* Obtenido de https://www.gob.cl/noticias/ministerios-de-medio-ambiente-ciencia-y-energia-lanzan-estrategia-climatica-de-largo-plazo-que-fija-el-camino-para-ser-carbono-neutral/

MMA. (2022). *Ministerio de Medio Ambiente.* Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Informe_5IBA_2022_Final.pdf

MMA. (2023). *5to Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* Obtenido de file:///C:/Users/Asus/Downloads/Informe_5IBA_2022_Final.pdf

MMA. (2023). *BIBLIOTECA DIGITAL ODEPA.* Obtenido de https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/73012

MMA; PNUD. (2021). *Cuarta Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/4NC_Chile_Spanish.pdf

MMA-FAO. (04 de 2024). *FINANCIAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA EN CHILE" .* Obtenido de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/06/Informe-Caracterizacion-Sector-Privado.pdf

UNFCC. (2021). *Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its third session, held in Glasgow from 31 October to 13 November 2021.* Obtenido de Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2021_L10a2E.pdf

UNFCCC. (2015). *Acuerdo de París.* Obtenido de https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf

UNFCCC. (Marzo de 2019). *Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París sobre la tercera parte de su primer periodo de sesiones, celebrada en Katowice del 2 al 15 de diciembre de 2018.* Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_3a02S.pdf#page=38

United Nations. (2022). 5/CMA.3 Guidance for operationalizing the modalities, procedures and guidelines for the enhanced transparency framework referred to in Article 13 of the Paris. ، *Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its third session, held in Glasgow from 31 October to 13 November 2021 .* Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2021_L10a2E.pdf

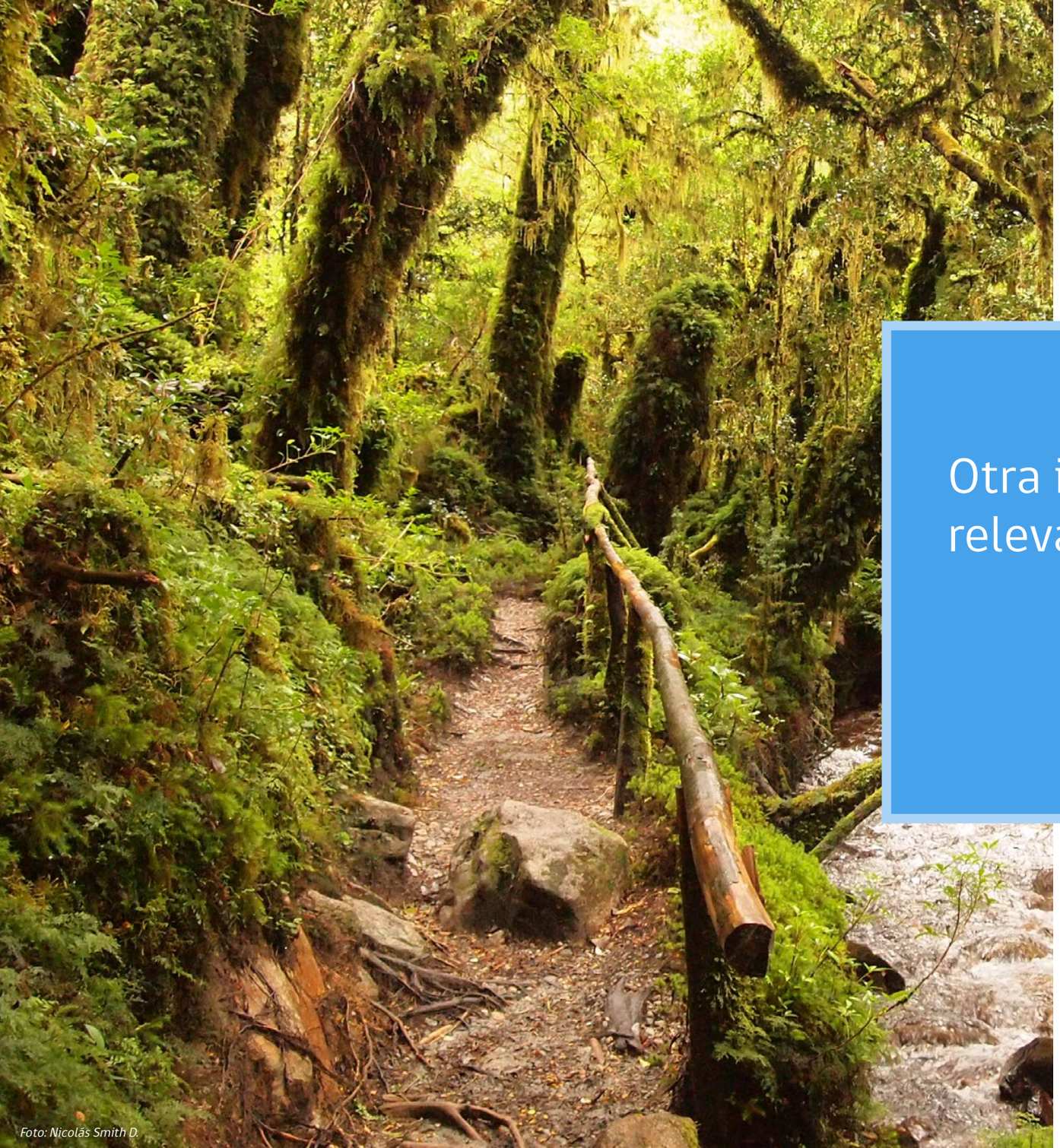


Foto: Nicolás Smith D.

Otra información relevante

6

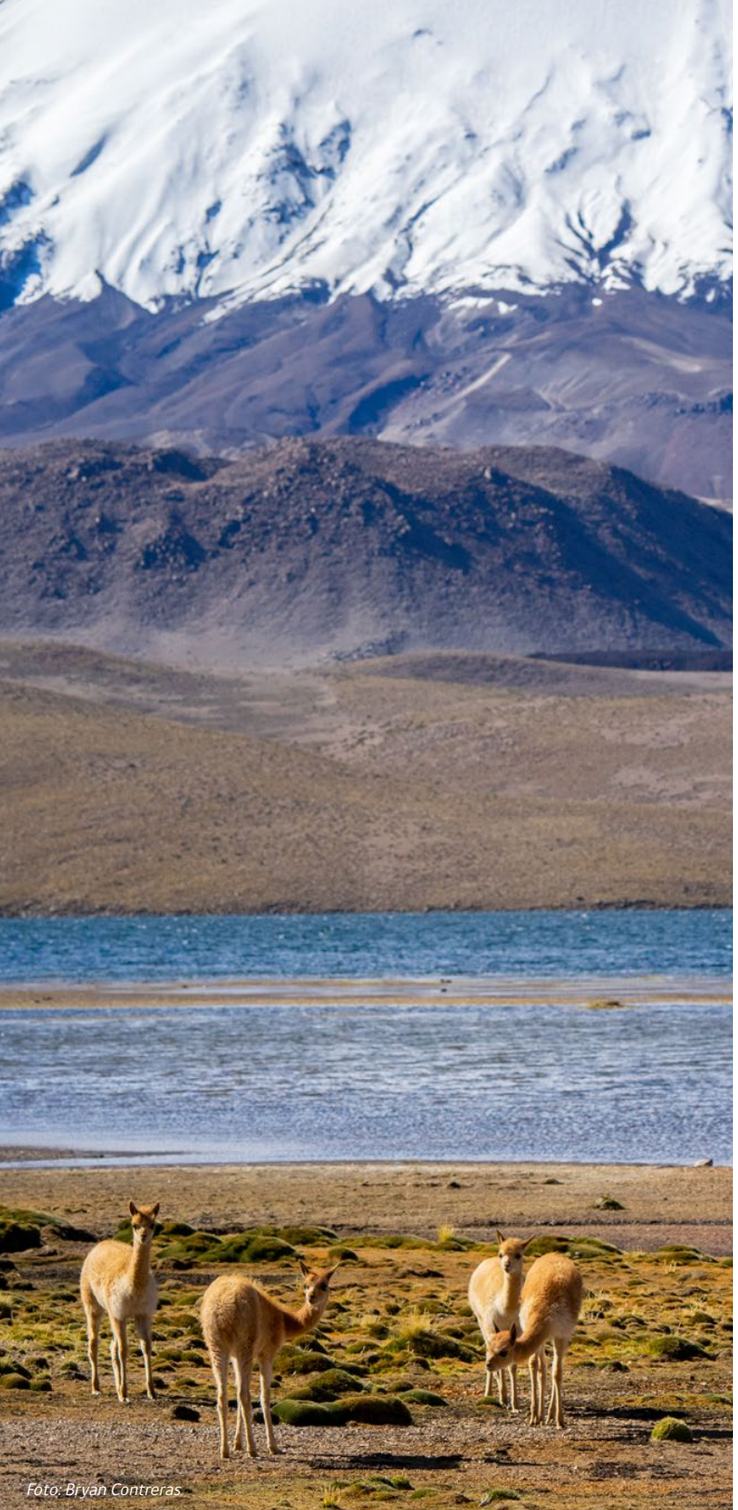


Foto: Bryan Contreras

COLABORADORES

Coordinadora del capítulo

Johanna Arriagada Díaz (Ministerio del Medio Ambiente).

Equipo de trabajo responsable de la elaboración de contenidos

Johanna Arriagada D. (MMA); Paula Carrasco Molina (FAO); Cristian Henríquez, Diego González, Sebastián Vicuña, Oscar Melo, Juan Francisco Figueroa, Juan Pablo Herane, Nicole Olguín, Raimundo Rivera F, Javier Vargas (Centro de Cambio Global UC); Paulina Aldunce, Marco Billi, Josefina Carrasco (Universidad de Chile).

Contrapartes colaboradoras

Sandra Briceño, Vladimir Figueroa, Roberto González, Bárbara Von Igel, Daniel Vicente, Constanza Ocampo, Angélica Sáez, Karen Lavoz, Germán Venegas, Karen Bustamante, Raúl Vergara, María José Esquivel, Miguel Santos, José Luis Reyes (MMA); Fabiola Miranda, Octavio Gajardo (MINEDUC); Soledad Ugarte, Carlos Morales (MINCIENCIA); María Ignacia López, María Paz Gutiérrez (MIN HACIENDA); Carolina Aguayo (CORFO); Francisco Catalán, Jenny Mager, Ismael Díaz, Javier García, Johanna, Guzmán, Ambrosio Yobánolo (ASCC).

Otra información relevante

1IBT 5CN

ÍNDICE

6.1. INTRODUCCIÓN 487

6.2 DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA 488

6.2.1 AVANCES EN LA INSTITUCIONALIDAD HASTA 2024 488

6.2.2 POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN 491

6.2.3 DESAFÍOS Y BRECHAS DEL SISTEMA CTCI PARA ABORDAR EL CAMBIO CLIMÁTICO 493

6.2.4 ESTRATEGIA DE DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO 493

6.2.5 ANÁLISIS DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS 494

6.2.6 EXPERIENCIAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CONJUNTO CON EL SECTOR PRIVADO 495

6.2.7 COMITÉ CIENTÍFICO DE CAMBIO CLIMÁTICO 514

6.2.8 AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (ANID) 515

6.2.9 INVESTIGACIONES A NIVEL NACIONAL RELATIVAS A CAMBIO CLIMÁTICO 516

6.2.10 CENTROS DE INVESTIGACIÓN APOYADOS POR LA ANID 519

6.2.11 PRINCIPALES CENTROS NACIONALES DE INVESTIGACIÓN EN ÁREAS LIGADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO 523

6.2.12 INSTITUTOS TECNOLÓGICOS Y DE INVESTIGACIÓN PÚBLICOS (ITIPS) 533

6.3 CREACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO 535

6.3.1 CREACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES 535

6.3.1.1 Estudio "Proyección de la necesidad de capital humano en el contexto de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático en Chile" 536

1IBT 5CN

ÍNDICE

6.3.1.2 Programas de Formación para la Competitividad (PFC) de Corfo 536
6.3.1.3 Fortalecimiento de capacidades en los niveles nacional, regional y subregional 537
6.3.1.4 Guía Metodológica para la elaboración de un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático 538
6.3.1.5 Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales: hacia territorios carbono-neutrales y resilientes 539
6.3.1.6 Sistema de Certificación Ambiental Municipal 542
6.3.1.7 Academia Subdere 543
6.3.1.8 Programa de Acreditación Oficina Verde 545

6.3.2 EDUCACIÓN CIUDADANA PARA ABORDAR EL CAMBIO CLIMÁTICO 547

6.3.2.1 Avances desde el Ministerio de Educación: Marco de Educación Integral para la Sustentabilidad y el Cambio Climático 2024-2027 547
6.3.2.2 Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE) 551
6.3.2.3 Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffman 552
6.3.2.4 Educación Ambiental Comunitaria 553
6.3.2.5 Repositorio de Educación Ambiental 553
6.3.2.6 Fondo de Protección Ambiental 554

6.3.3 COOPERACIÓN E INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS 554

6.3.3.1 Conferencia Local de la Juventud (LCOY) sobre cambio climático - Chile 554

6.3.4 ACCESO A LA INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA 555

6.3.4.1 Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático. 555
6.3.4.2 Procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático 556
6.3.4.3 Encuesta de Cambio Climático a empresas 562
6.3.4.4 Sondeo Juventudes y Crisis Climática 563

6.3.5 GÉNERO Y CAMBIO CLIMÁTICO 565

1IBT 5CN

ÍNDICE

6.4 LINEAMIENTOS FINANCIEROS 568

6.4.1 ESTRATEGIA FINANCIERA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO 568

6.4.2 BONOS VERDES SOBERANOS (BVS) 568

6.4.3 BONOS VINCULADOS A LA SOSTENIBILIDAD (SLB) 569

6.4.4 GASTO PÚBLICO Y PRIVADO EN CAMBIO CLIMÁTICO 570

6.4.5 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN (TAXONOMÍA) DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS MEDIOAMBIENTALMENTE SOSTENIBLES 572

6.4.6 GRUPO DE ACCIÓN Y FINANCIAMIENTO CLIMÁTICO COMUNAL Y REGIONAL (GAFICCOR) 574

6.4.7 LABORATORIO CLIMÁTICO 576

6.4.8 CORREDOR DE FINANCIAMIENTO CLIMÁTICO (CFC) 576

6.4.9 PLAN DE INVERSIONES DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA 577

BIBLIOGRAFÍA 579

Foto: Nicolás Smith D.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Centros Tecnológicos y de excelencia abiertos por CORFO en el periodo 2020-2024 499
Tabla 2: proyectos adjudicados que tienen relación con el cambio climático 500
Tabla 3: Postulaciones (P) y Adjudicaciones (A) de Bienes Públicos, según sector de la entidad beneficiaria 501
Tabla 4: Programas de CORFO relativos a cambio climático en el periodo 2020-2024 502
Tabla 5: Programas o Instrumentos de financiamiento e innovación en el periodo 2020-2024 504
Tabla 6 iniciativas ejecutadas por la Agencia SE en el periodo 2022-2023 508
Tabla 7: Algunos estudios y proyectos adjudicados por ANID entre 2020 y 2024 relacionados con el cambio climático 519
Tabla 8: Centros de investigación financiados por ANID 521
Tabla 9. Proyectos desarrollados por el CHIC 523
Tabla 10. Proyectos desarrollados por el CCG-UC 523
Tabla 11. Proyectos desarrollados por el (CR2) 524
Tabla 12. Proyectos desarrollados por el CEDEUS 524
Tabla 13. Proyectos desarrollados por el CAPES 525
Tabla 14. Proyectos desarrollados por el CEAZA 525
Tabla 15. Proyectos desarrollados por CEQUA 526
Tabla 16. Proyectos desarrollados por IDEAL 526
Tabla 17. Proyectos desarrollados por SERC-CHILE 527
Tabla 18. Proyectos desarrollados por COPAS Coastal 527
Tabla 19. Proyectos desarrollados por el CIGIDEN 528
Tabla 20. Proyectos desarrollados por CIEP 528
Tabla 21. Proyectos desarrollados por el CRHIAM 529
Tabla 22. Proyectos desarrollados por el INCAR 529
Tabla 23. Proyectos desarrollados por COES 530
Tabla 24. Proyectos desarrollados por CERES 530
Tabla 25. Proyectos desarrollados por Fraunhofer Chile 530
Tabla 26. Proyectos desarrollados por IEB 531
Tabla 27. Proyectos desarrollados por BASE 531
Tabla 28. Proyectos desarrollados por IMO 532
Tabla 29. Proyectos desarrollados por SECOS 532
Tabla 30: Institutos tecnológicos Públicos 533

1IBT 5CN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 31. Etapa de avance en que se encuentran las distintas comunas participantes del programa SCAM (actualizado a abril 2024). 543
Tabla 32. Listado de diplomados vinculados a cambio climático dictados a través de Academia SUBDERE 544
Tabla 33. Actividades implementadas a través de Desarrollo Humano para Asociaciones. 545
Tabla 34. Objetivos de aprendizaje sobre CC en asignaturas de 3° y 4° medio 550
Tabla 35. Ejecuciones de cursos relativos a cambio climático año 2023 552
Tabla 36. Ejecuciones de cursos relativos a cambio climático año 2024 552
Tabla 37: Procesos de participación ciudadana relativos a instrumentos de cambio climático. 557
Tabla 38: Procesos de consulta pública de los Planes de Mitigación y/o Adaptación al cambio climático 561
Tabla 39: Bonos Verdes Emitidos en 2020 y 2021 569
Tabla 40: Características financieras de las emisiones de bonos SLB de 2022 y 2023 570
Tabla 41: Ejecución y número de proyectos de inversión 2022 con resolución de aprobación en SNI correspondientes al presupuesto nacional y ejecución y número de proyectos de inversión con componente de gasto climático 571
Tabla 42: Ejecución y número de proyectos de inversión 2022 con componente climático por ministerio 571
Tabla 43: Tipología Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) 577
Tabla 44: Tipo de intervención y meta ECLP 578

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura orgánica del MinCiencia 488
Figura 2: Actores del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación 489
Figura 3: Detalle de los Actores del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación 490
Figura 4: Avance del cumplimiento de los Ejes de la Política Nacional de CTCI 491
Figura 5: Total de iniciativas implementadas en relación a la Política Nacional de CTCI 492
Figura 6: Síntesis de las categorías de brechas asociadas al abordaje de la crisis climática del sistema CTCI 493
Figura 7: Pasos en un proceso TNA 495
Figura 8: Proyectos/etapas según ámbito de acción relativos a Hidrógeno Verde 503
Figura 9: Participación sectorial en iniciativas de adaptación 505
Figura 10: Participación sectorial en iniciativas de Mitigación 505
Figura 11: Participación sectorial en iniciativas mixtas 506

1IBT 5CN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 12: Número de Iniciativas ligadas a Transferencia Tecnológica por Instrumento de Fomento, periodo 2020 a 2024 507
Figura 13: Evolución Temporal: Cantidad de proyectos y monto adjudicado 516
Figura 14: Distribución de Montos adjudicados por programas a lo largo del tiempo 516
Figura 15: Distribución de Proyectos por Región 517
Figura 16: Evolución Temporal del Número de Publicaciones 517
Figura 17: Distribución relativa de publicaciones científicas, en relación a los clasificadores OSE 518
Figura 18: Transformaciones para aumentar la resiliencia climática 539
Figura 19: Transformaciones para avanzar la carbono-neutralidad 540
Figura 20: Acciones sugeridas para la transformación "La infraestrucutra urbana está preparada para las olas de calor" 541
Figura 21: Cantidad de Municipios activos en SCAM por año 542
Figura 22: Estado de Avance Instituciones Oficina Verde 2024 546
Figura 23: Cronograma del proceso de actualización de la NDC 560
Figura 24: Resumen de resultados de los talleres regionales en marco la Participación Ciudadana Temprana para la actualización de la NDC 560
Figura 25: Respuestas obtenidas a la pregunta "¿Has pensado en mudarte o en cambiar tu lugar de residencia debido a los cambios que ha sufrido producto del cambio climático?" 564
Figura 26: Respuestas obtenidas a la pregunta "¿Qué tan frecuentemente realizas las siguientes acciones para hacer frente al cambio climático?" 565
Figura 27: Gasto ejecutado en proyectos de inversión 2022 con componente climático por categoría y por ministerio (En %) 572
Figura 28: Esquema de gobernanza para el desarrollo de la taxonomía local 573
Figura 29: Distribución de Proyectos adjudicados por categoría/tipo 576

6.1 INTRODUCCIÓN

El diseño y la ejecución de medidas para enfrentar el cambio climático requieren de una sólida base de conocimientos, generada a través de la investigación científica integrada y la observación sistemática del clima. Además, es necesario fortalecer las capacidades, tanto de personas como de instituciones, para lograr una mayor comprensión del tema, lo que facilita el proceso de transferencia de tecnología y el acceso a recursos financieros. Asimismo, es fundamental contar con la participación inclusiva y efectiva, con énfasis en grupos sociales con perspectiva interseccional, que permita identificar la sensibilidad y capacidades de adaptación diferenciadas y soluciones de adaptación que aborden dichas brechas (MMA, 2024).

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (en adelante PNACC 2024; MMA, 2024), plantea como objetivo específico "desarrollar los medios de implementación para la resiliencia a nivel nacional, regional y comunal". Para cumplir este objetivo, el PNACC 2024 integró las siguientes Líneas Estratégicas:

- LE6: Generación de capacidades para la adaptación al cambio climático y resiliencia a nivel nacional, regional y comunal.
- LE7: Financiamiento e inversiones climáticas.
- LE8: Desarrollo y transferencia tecnológica para la adaptación y resiliencia climática.

Por otra parte, la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.445), publicada el 13 de junio de 2022, define los instrumentos de gestión a nivel nacional, sectorial, regional y local, e incluye en cada uno de ellos, además de la mitigación y la adaptación, los medios de implementación necesarios (Artículos 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12). Entre estos instrumentos se encuentran la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), los planes sectoriales de mitigación y adaptación, los planes de acción regionales de cambio climático y los planes de acción comunal, los cuales deben integrar entre sus lineamientos los medios de implementación específicos a cada uno de ellos.

En este contexto, se presentan los avances del país respecto de los medios de implementación, definidos a nivel nacional en tres ámbitos: i) Desarrollo y Transferencia Tecnológica; ii) Creación y desarrollo de capacidades, incluyendo aspectos específicos como la observación sistemática de la variabilidad del clima y la información relativa a los programas de investigación sobre cambio climático, y iii) Financiamiento a través de la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático. La Ley Marco de Cambio Climático, en su artículo 3°, define los Medios de Implementación como toda "acción, medida o proceso del ámbito institucional o normativo para el desarrollo y transferencia de tecnología, creación y fortalecimiento de capacidades y financiamiento, entre otros, que se requieran para la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático".

En su artículo 6°, la LMCC presenta una descripción de los Medios de Implementación que deberá contemplar la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP):

a) Desarrollo y Transferencia de Tecnología. La Estrategia Climática de Largo Plazo deberá establecer objetivos, metas e indicadores para el fomento e intensificación del traspaso de conocimientos, habilidades, técnicas o equipamientos, con el fin de incrementar la conservación, restauración y manejo sostenible de la biodiversidad y de los ecosistemas naturales como sumideros de carbono, la resiliencia climática, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y apoyar el cumplimiento de las metas establecidas en el artículo 5°. Corresponderá al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, a la Corporación de Fomento para la Producción y al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, dentro del ámbito de sus respectivas competencias, elaborar los contenidos descritos y colaborar para su implementación coordinadamente.

b) Creación y fortalecimiento de capacidades. La Estrategia Climática de Largo Plazo deberá establecer objetivos, metas e indicadores para la creación y fortalecimiento de las capacidades de los individuos, organizaciones e instituciones, tanto públicas como privadas, que permitan identificar, planificar e implementar medidas para mitigar y adaptarse al cambio climático, así como apoyar el cumplimiento de las metas establecidas en el artículo 5°. Corresponderá al Ministerio de Educación desarrollar los contenidos descritos, en permanente coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, el Ministerio del Medio Ambiente y los demás ministerios competentes.

c) Lineamientos financieros. La Estrategia Climática de Largo Plazo deberá establecer objetivos, metas e indicadores en materia de financiamiento climático, considerando los principales lineamientos y directrices internacionales, así como las obligaciones establecidas en el Acuerdo de París, los que estarán determinados por la Estrategia Financiera de Cambio Climático, señalada en el artículo 35. Lo anterior, de forma de asegurar el cumplimiento de las metas establecidas en el artículo 5°.

Asimismo, la Ley define que los instrumentos de gestión del cambio climático, tanto Planes Sectoriales de Mitigación, Planes Sectoriales de Adaptación, Planes de Acción Regionales y Comunales de Cambio Climático, deben integrar entre sus contenido una "descripción detallada de las medidas relativas a los medios de implementación, considerando los lineamientos identificados en la Estrategia Climática de Largo Plazo, con indicación de plazos y asignación de responsabilidades". Asimismo, en el caso de los planes regionales y comunales, deben incluir la identificación de fuentes de financiamiento a nivel regional.

6.2 DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Desde la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (en adelante MinCiencia) en 2018, como órgano rector, se viene trabajando en la coordinación, consistencia y coherencia de las políticas, planes y programas que promuevan y orienten la investigación en todas las áreas del conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación de base científico-tecnológica tanto a nivel nacional como regional, considerando las características específicas de los territorios y sus estrategias y potencialidades de desarrollo.

Los objetivos estratégicos del ministerio incluyen la formación de capital humano en áreas prioritarias, el desarrollo de capacidades en I+D+i en todas las regiones, y el fortalecimiento de la investigación orientada a resolver problemas públicos. Además, el ministerio busca democratizar el acceso al conocimiento y reducir las desigualdades territoriales, disciplinarias y de género en el sistema CTCI (Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación). Entre los bienes y servicios finales ofrecidos se incluyen la comunicación de datos y estudios, programas como Explora y Ciencia Pública, políticas y estrategias en materias de CTCI, así como el financiamiento para proyectos e iniciativas ministeriales que apoyen el fortalecimiento de este sistema.

6.2.1 Avances en la institucionalidad hasta 2024

La nueva institucionalidad que representa el MinCiencia se compone de: una Subsecretaría de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación con cuatro Divisiones (Políticas Públicas, Ciencia y Sociedad, Administración y Finanzas, y Jurídica) y una Oficina de Estudios y Estadística; cinco Secretarías Regionales Ministeriales a cargo de coordinar cinco macrozonas[1]. En la Figura 1 se presenta el Organigrama del Ministerio.

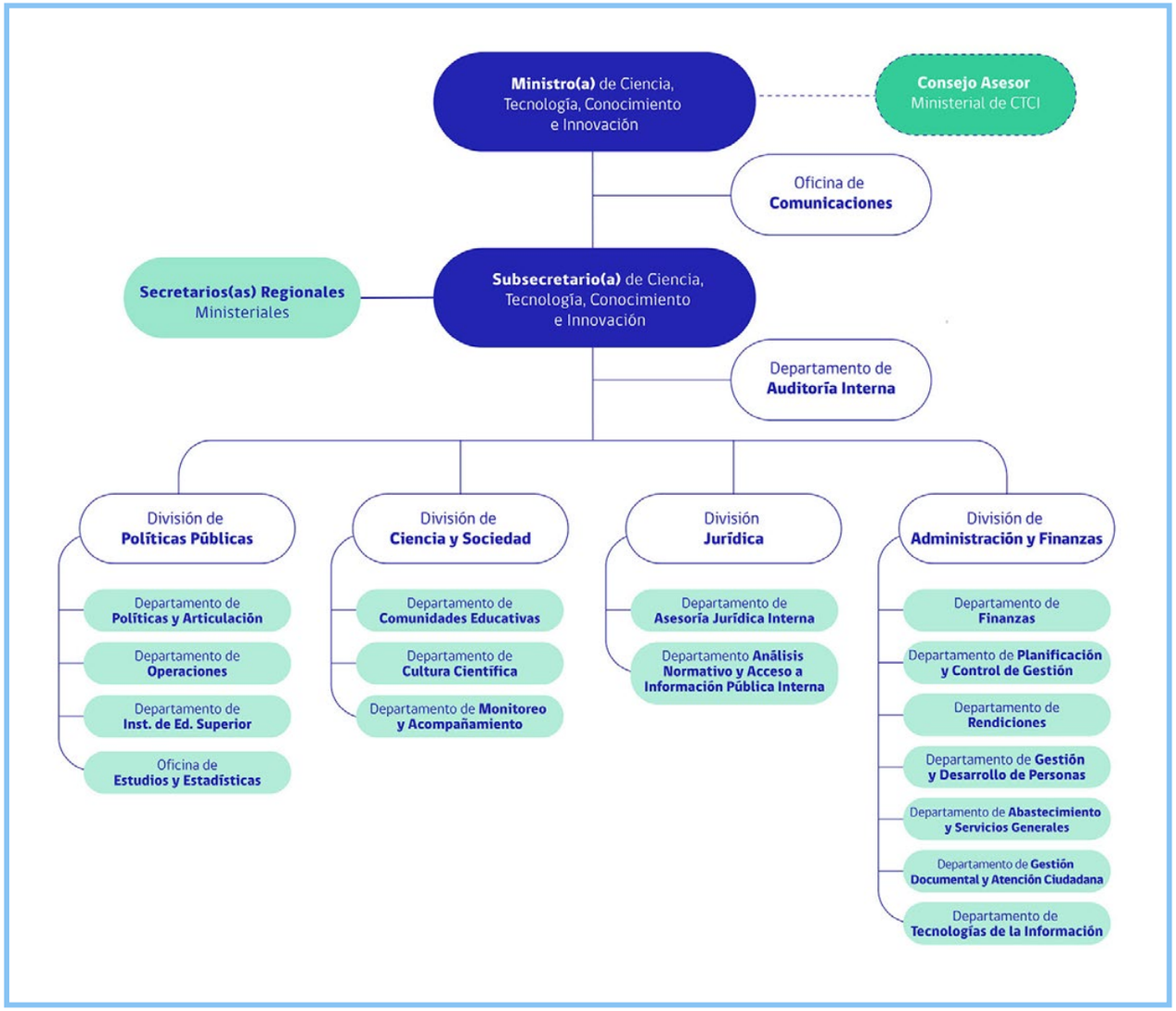


Figura 1. Estructura orgánica del MinCiencia.
Fuente: MinCiencia (2024).

[1] Durante el transcurso de 2024 las secretarías pasarán a ser ocho.

El MinCiencia asesora al Presidente en el análisis prospectivo de tendencias y en la formulación de propuestas para fortalecer el Sistema. La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) es responsable de ejecutar programas para fomentar la investigación y la innovación científica, bajo las directrices del Ministerio. En la Figura 2 se muestra el Ecosistema de CTCI.

El MinCiencia tiene un rol político, el Consejo CTCI uno político-técnico y el comité interministerial, coordina. ANID, con un rol ejecutivo, promueve la innovación y desarrollo (I+D). La novedad principal es el análisis prospectivo para la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, que guía la Política Nacional y el Plan de Acción, revisado por un comité ministerial.

El MinCiencia, pese a no contar con una unidad especializada en cambio climático, ha estructurado su respuesta a los compromisos internacionales a través de una integración estratégica de sus equipos técnicos, los que son coordinados desde el Departamento de Políticas y Articulación como parte de la acción en políticas intersectoriales. Estos equipos, aunque no dedicados exclusivamente al cambio climático, se organizan para asumir responsabilidades clave como la secretaría técnica del Comité Científico y la gestión del Repositorio de Ciencia y Tecnología, además, participa en el medio de implementación de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático.

En el año 2021 el ministerio generó la Estrategia de Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático, alineándose con la Ley 21.455, con el objetivo de incorporar esta estrategia en la planificación a largo plazo y en las metas nacionales de mitigación y adaptación climática. Su actualización está comprometida para 2025, en el contexto de la actualización de la NDC y la ECLP.

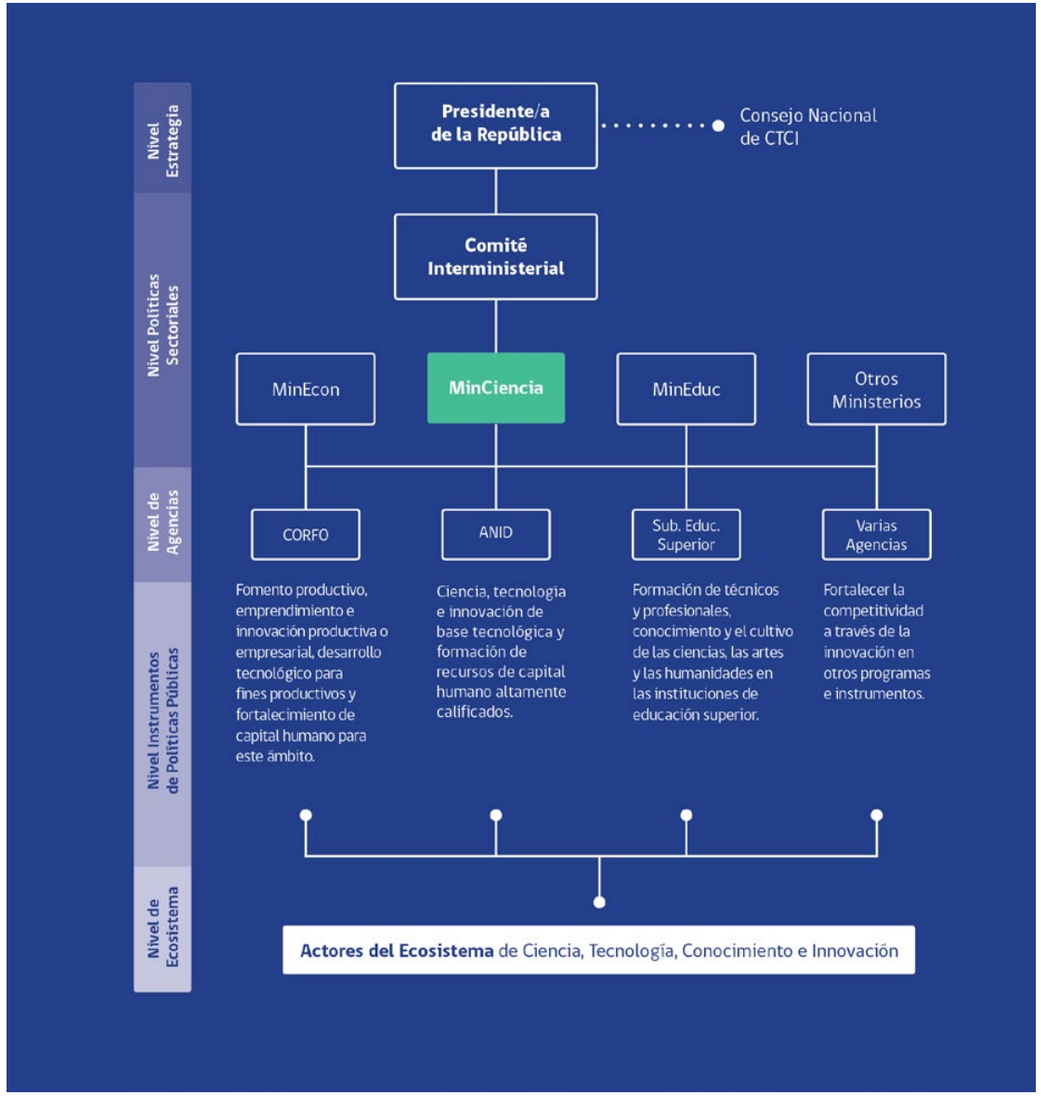


Figura 2. Actores del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
Fuente: MinCiencia (2020).

Por otro lado, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, vigente para el periodo 2023-2026, se enfoca en consolidar el sistema de CTCI como herramienta fundamental para enfrentar la triple crisis ambiental, incluyendo el cambio climático. Esta política busca conectar más estrechamente la ciencia con la ciudadanía y fomentar el desarrollo sostenible del país.

A su vez, existe una amplia gama de Actores del Ecosistema de CTCI, tal y como se presenta al final de la Figura 2 y que en la Figura 3 se presenta en más detalle:

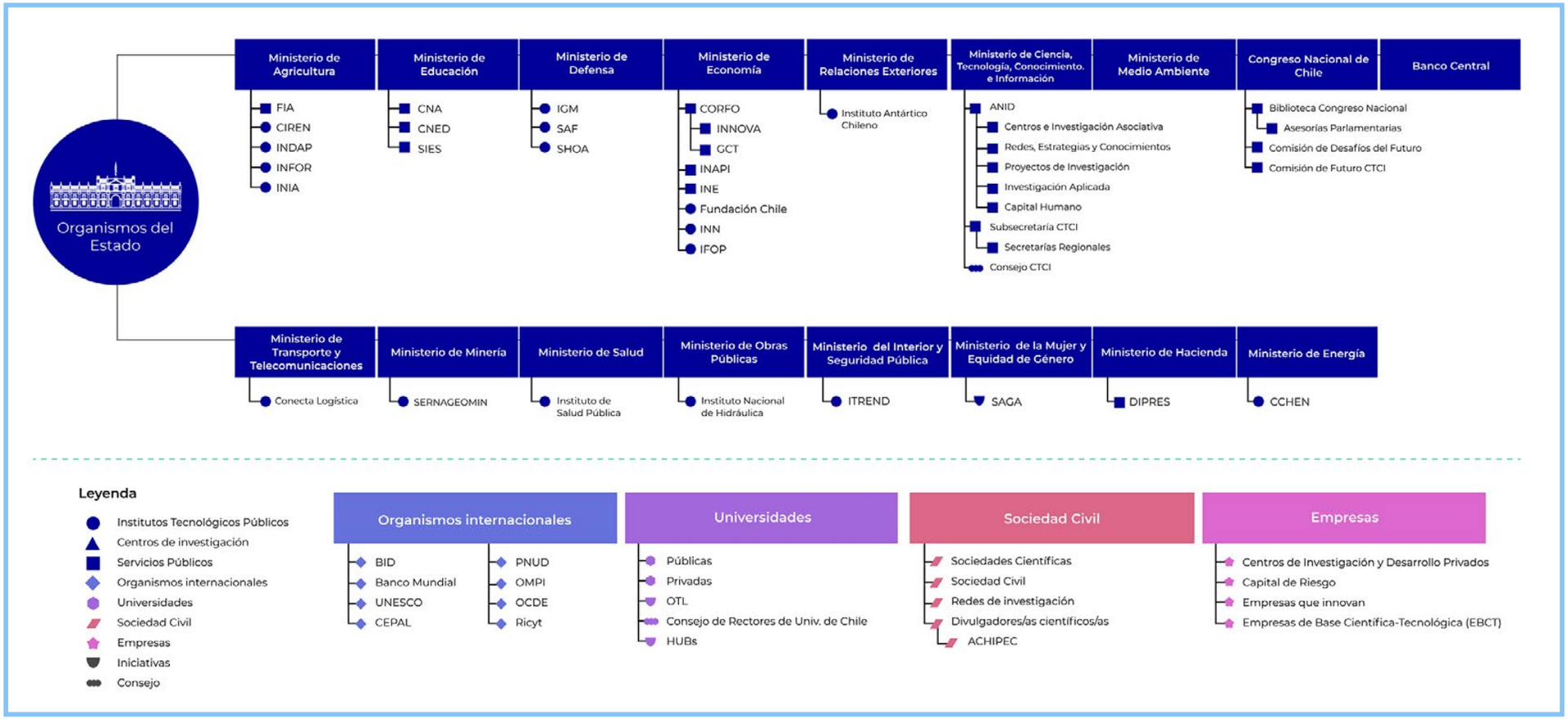


Figura 3. Detalle de los Actores del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Fuente: observatorio del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2024). Infografía sobre el sistema CTCI[2].

[2] Disponible en https://observa.minciencia.gob.cl/estudios/infografia-sobre-el-sistema-ctci

Varios de los actores presentados en la Figura 3 pertenecen a Institutos Tecnológicos y de Investigación Públicos (ITIP), muchos de los cuales tienen relación con cambio climático y se presentan con mayor detalle en la sección 3.3.5.

Finalmente, el ministerio está trabajando en fortalecer la capacidad de investigación y desarrollo (I+D) en áreas clave para la acción climática, asegurando que el conocimiento científico disponible informe eficazmente las políticas públicas y contribuya a los esfuerzos nacionales e internacionales para mitigar y adaptarse al cambio climático.

6.2.2 Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

La Política del periodo 2023-2026 fortalece los lineamientos de la Política anterior, asumiendo que la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación son agentes de transformación para alcanzar un desarrollo sostenible e integral, que contribuya al bienestar de las personas, el desarrollo de los territorios y la calidad del entorno, siendo así una herramienta fundamental para enfrentar la triple crisis ambiental (de clima, de biodiversidad y de contaminación) y los desafíos de la democracia.

De esta forma, se busca avanzar en la consolidación del sistema, de manera que pueda crecer integralmente, al servicio del desarrollo y cada vez más conectado con la ciudadanía. La actualización de la Política ha sido desarrollada a partir de los aprendizajes de los primeros años de funcionamiento del ministerio, del levantamiento y sistematización de antecedentes -tanto nacionales como internacionales- en la materia, de los aportes recogidos en diferentes espacios participativos, y del análisis de otras estrategias de carácter nacional y regional, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 20 de la ley Nº 21.105.

Con este fundamento, la Política Nacional tiene como objetivo general orientar estratégicamente los esfuerzos del país, promoviendo, comprendiendo y utilizando el conocimiento en todas las disciplinas, la tecnología y la innovación, para contribuir al desarrollo sostenible e integral de Chile. De esta forma se busca promover más y mejor la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación a través del fortalecimiento del ecosistema, de la profundización de su vinculación con la ciudadanía, así como de las capacidades de abordar los desafíos económicos, sociales, culturales y ambientales.

Con esta mirada, la actualización de la Política se reordena en los siguientes tres ejes de acción:

- Vinculación con la Sociedad
- CTCI como herramienta para el desarrollo
- Fortalecimiento del Ecosistema

El segundo de estos ejes plantea como uno de sus lineamientos el "aportar estratégicamente al desarrollo", buscando que la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación contribuyan efectivamente a los desafíos del desarrollo productivo sostenible, así como también a las dimensiones sociales y culturales del desarrollo, tanto a nivel nacional como territorial. Entre sus principales nuevas líneas de acción se cuenta el financiamiento de instrumentos o iniciativas que contribuyan a dar respuesta a los desafíos del Programa de Desarrollo Productivo Sostenible, con foco en carbono neutralidad, resiliencia frente al cambio climático y diversificación productiva.

Otro de sus lineamientos es "informar la política pública" apuntando a proveer del mejor conocimiento disponible para el diseño y ejecución de políticas públicas relacionadas con ámbitos estratégicos. Entre sus principales nuevas líneas de acción se cuenta el fortalecimiento de las capacidades de investigación y desarrollo (I+D) asociadas a los desafíos de sustentabilidad, cambio climático, biodiversidad y convivencia social, entre los más relevantes.

En el Cuarto Informe de Avance de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), correspondiente a enero de 2022, se reporta que el Plan de Acción de dicha política ha alcanzado un progreso del 84,39%. Esto representa un incremento del 5,3% respecto del informe anterior.

Las iniciativas de continuidad han logrado un avance del 85,1%, lo que refleja un incremento de 4,7% en el mismo periodo. No obstante, al igual que en los reportes previos, se señala que algunas de estas iniciativas continúan enfrentando dificultades en su desarrollo, debido a las restricciones y efectos causados por la pandemia de Covid-19, tanto en Chile como a nivel global.

Por otro lado, las iniciativas que han sido modificadas o fortalecidas presentan un avance del 84,8%, con un aumento del 2,6%, mientras que las nuevas iniciativas muestran un progreso del 82,5%, lo que equivale a un crecimiento de un 8,1%.

En la Figura 4 se presenta el avance de los Ejes de la Política Nacional de CTCI:

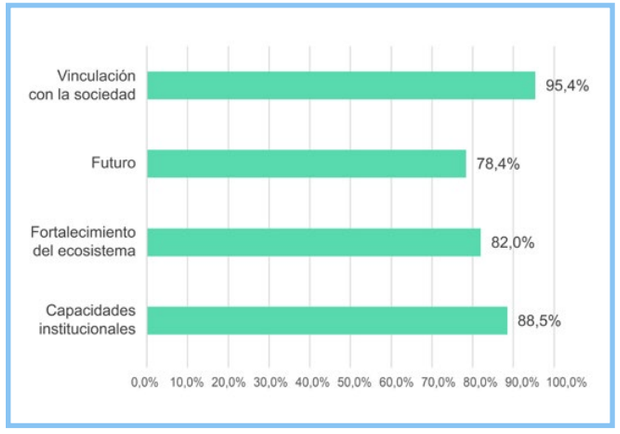


Figura 4. Avance del cumplimiento de los Ejes de la Política Nacional de CTCI.

Fuente: MinCiencia (2022).

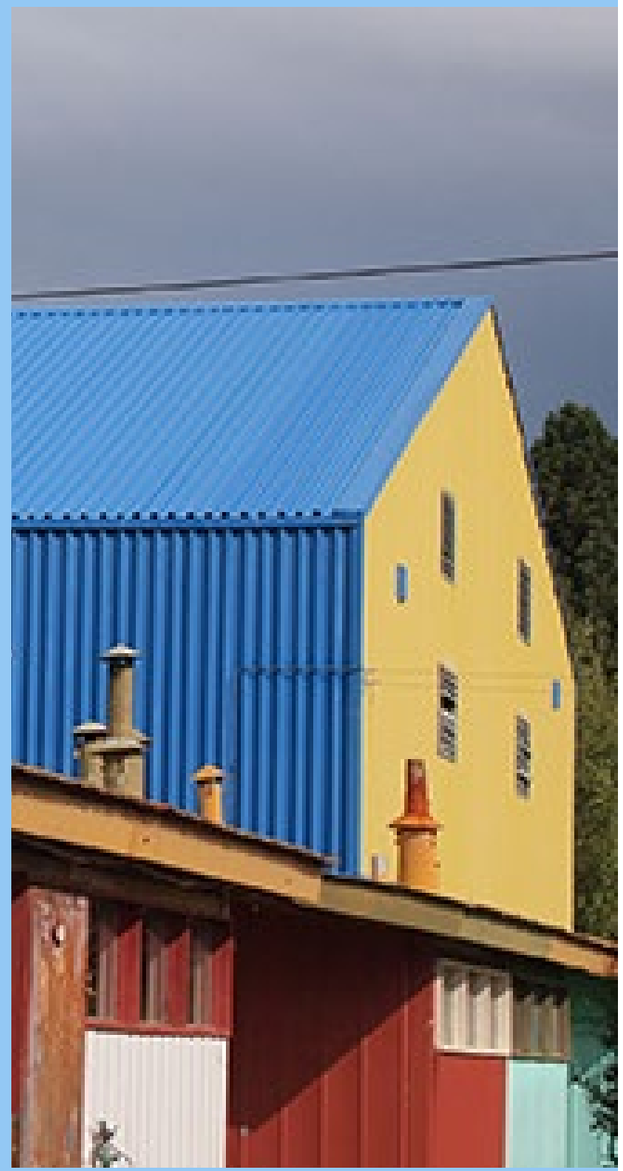


Foto: Nicolás Smith D.

Con más detalle, en la figura 5 se presenta la información de cuántas iniciativas conforman la Política, cuántas tienen perspectiva regional, cuántas son nuevas, de modificación, fortalecimiento o de continuidad.

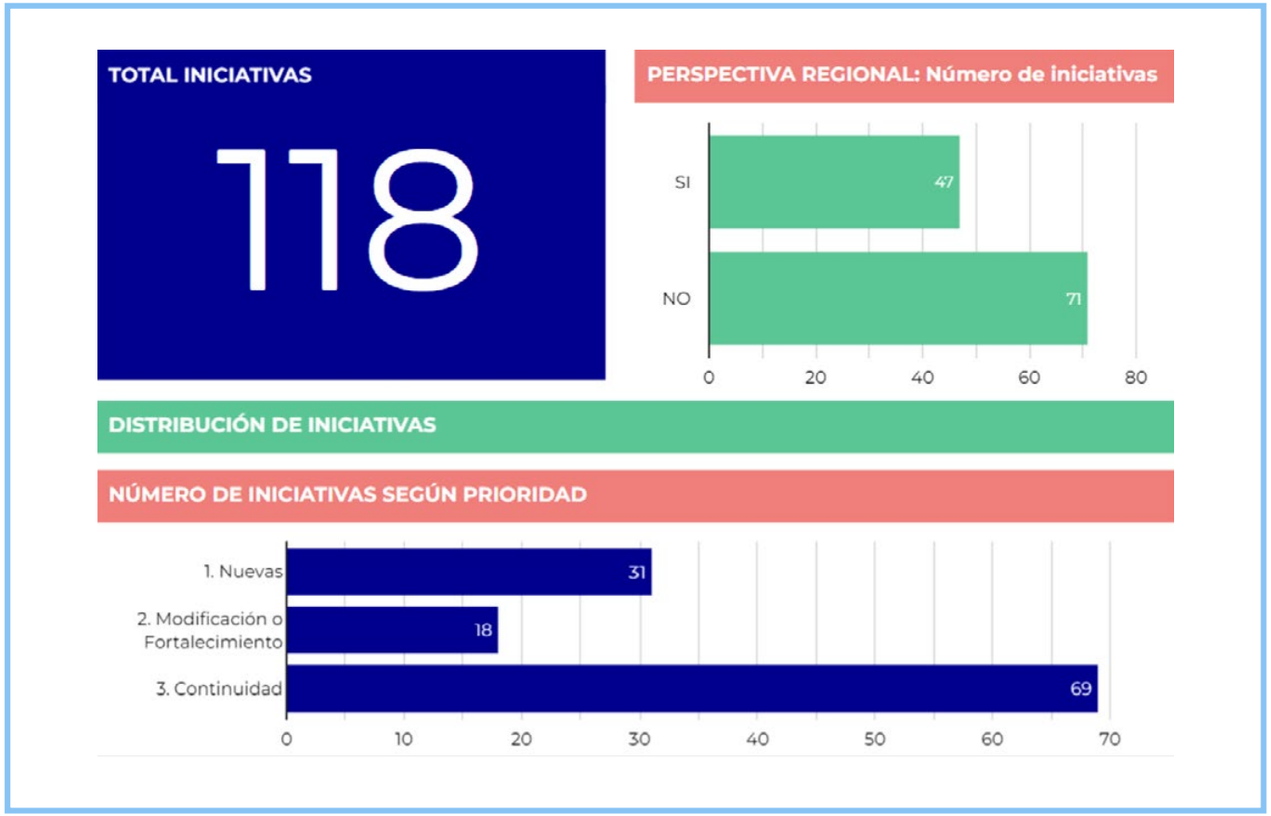


Figura 5. Total de iniciativas implementadas en relación a la Política Nacional de CTCI

Fuente: extraído de la página web de la Política Nacional de CTCI3.

[3] Disponible en https://www.minciencia.gob.cl/el-ministerio/politica-nacional-de-ctci/

6.2.3 Desafíos y brechas del sistema CTCI para abordar el cambio climático

Durante el año 2024, bajo la iniciativa de creación del Instituto Tecnológico Público (ITP) para enfrentar la crisis climática y ecológica, se diseñó la etapa de perfil con apoyo financiero de Corfo y con la participación de los Ministerios de Medio Ambiente; Economía, Fomento y Turismo, y MinCiencia. Este estudio incluyó un análisis detallado de los desafíos y brechas actuales, que revela cinco áreas clave donde la creación del Instituto Tecnológico Público (ITP) es esencial (ver Figura 6). Estas brechas abarcan: 1) gobernanza de datos y tecnologías para un enfoque integrado, 2) interfaz ciencia-política y ciencia-sociedad para acciones climáticas y ecológicas basadas en evidencia; 3) capacidades humanas especializadas en interdisciplina y transdisciplina; 4) conocimiento e infraestructura sobre cambio climático y su relación con biodiversidad y contaminación, y 5) diseño, implementación y seguimiento técnico de los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC). Se identificaron 79 sub-brechas específicas que requieren acciones urgentes y coordinadas para mejorar la respuesta frente a la crisis climática (UNTEC et al., 2024).

6.2.4 Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el cambio climático

La Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC) tiene por objetivo general el fomentar y fortalecer el desarrollo y la transferencia tecnológica para avanzar hacia un desarrollo sostenible, resiliente y carbono neutral a 2050. Proporciona un marco metodológico para organizar, en cinco años, la contribución de Chile en la NDC de 2020 (MinCiencia, 2021).

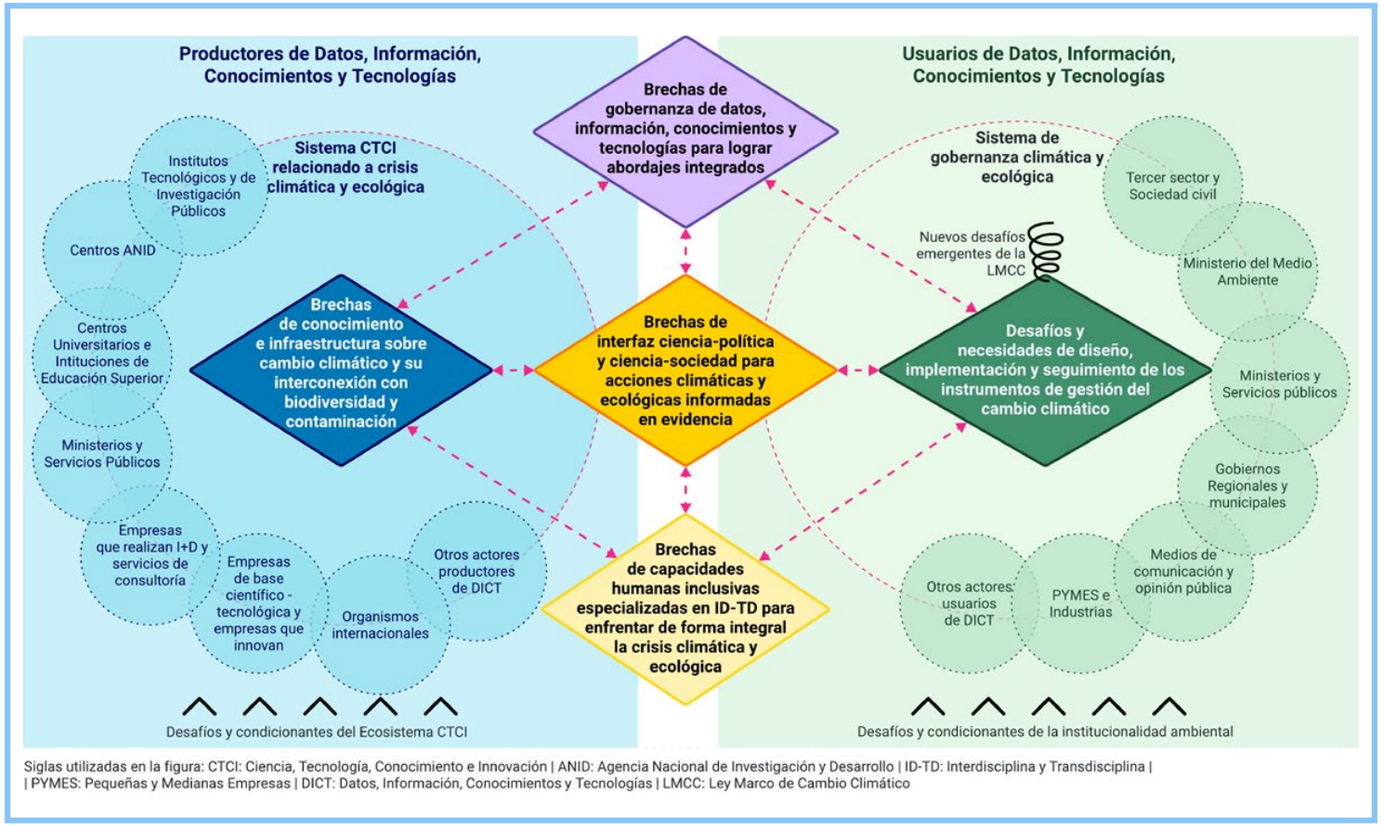


Figura 6. Síntesis de las categorías de brechas asociadas al abordaje de la crisis climática del sistema CTCI.
Fuente: UNTEC et al (2024).

Entre los objetivos específicos, se destaca el diseño de una metodología consensuada para identificar y priorizar sectores que emiten o capturan GEI, utilizando como referencia los Inventarios Nacionales de GEI basados en las directrices del IPCC. Además, se busca priorizar sectores (los mismos designados por la LMCC) afectados por el cambio climático mediante criterios consensuados a nivel nacional para orientar la transferencia de tecnologías enfocadas en la reducción de emisiones, el aumento de captura de GEI y la adaptación. El diseño de esta estrategia busca establecer una metodología consensuada para identificar y priorizar los sectores y ámbitos que emiten o capturan GEI o que son afectados por el cambio climático. Para las emisiones y capturas se utiliza como referencia los Inventarios Nacionales de GEI, según las directrices del IPCC, mientras que para los sectores afectados por el cambio climático, se requiere un consenso metodológico nacional. Se propone también crear un marco habilitador que facilite la creación de Planes de Acción Tecnológica en los sectores priorizados, basados en la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA). Esto implica el desarrollo de capacidades y procesos que identifiquen y superen las barreras tecnológicas. Finalmente, Se enfatiza la necesidad de fortalecer las condiciones para el desarrollo y transferencia tecnológica, en línea con la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). Finalmente, se busca facilitar la cooperación entre el sector público y privado, así como con organismos internacionales, para coordinar y actualizar las iniciativas estratégicas en un horizonte de cinco años.

Hoy se está actualizando la Estrategia de Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC) de 2021, en respuesta a los requerimientos de la Ley 21.455 (2022). El objetivo es avanzar desde los factores habilitantes hacia la integración de objetivos, metas e indicadores en la Estrategia Climática de Largo Plazo, para promover y fortalecer la transferencia de conocimientos, habilidades, técnicas y equipamientos. Esto busca incrementar la conservación, restauración y manejo sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas naturales como sumideros de carbono, mejorar la resiliencia climática, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y apoyar el cumplimiento de las metas climáticas.

De acuerdo con los requerimientos del artículo 6 de la Ley 21.455, esto significa contar con al menos:

- **a)** un diagnóstico de las necesidades y prioridades tecnológicas en la materia
- **b)** la identificación de barreras institucionales, normativas y económicas para el desarrollo y transferencia de tecnología y lineamientos para posibles soluciones
- **c)** la identificación de tecnologías disponibles para ser transferidas, así como de sus proveedores y destinatarios
- **d)** propuestas para la generación de redes para crear sinergias, intercambio de buenas prácticas, experiencias, lecciones y conocimiento
- **e)** mecanismos de promoción para la instalación y fortalecimiento de centros de investigación, desarrollo e innovación, que acompañen el proceso de transferencia tecnológica, así como para la asociación del sector privado y el sector público dirigida a su desarrollo
- **f)** propuestas para la incorporación de soluciones innovadoras y nuevas tecnologías que permitan facilitar la mitigación y adaptación al cambio climático
- **g)** recomendaciones al sector privado y a los órganos de la Administración del Estado dedicados al fomento del desarrollo tecnológico
- **h)** lineamientos para la investigación y la observación sistemática relacionados con el clima, con miras a recopilar, archivar, analizar y modelar los datos sobre este, a fin de que las autoridades nacionales, regionales y locales cuenten con información más precisa

6.2.5 Análisis de Necesidades Tecnológicas

La Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC) de 2021, destaca la importancia de un marco habilitador para superar las barreras en el desarrollo y transferencia de tecnologías. Este marco es esencial para la viabilidad de los Planes de Acción Tecnológica (PAT), definidos en la EDTTCC, los cuales permiten la planificación e implementación de medidas concretas en sectores priorizados, definiendo responsables, recursos, cronogramas y posibles fuentes de financiamiento.

Las iniciativas clave para el periodo 2020-2025, incluyeron la presentación de un proyecto de preparación al Fondo Verde del Clima para desarrollar una Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y PAT en al menos tres sectores. Además, se implementó el primer ciclo de PAT en sectores priorizados, se creó un Sistema de Inventario de Tecnologías Climáticas, y se creó un inventario de centros de investigación y proyectos relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático.

La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), en su rol de Entidad Nacional Designada (NDE) para la Red y Centro de Tecnología del Clima (CTCN por sus siglas en inglés), facilitó la realización de Evaluaciones de Necesidades Tecnológicas (TNA) en áreas de adaptación, con un enfoque prioritario en los sectores silvoagropecuario y de recursos hídricos, y en áreas de mitigación con un enfoque en energía y residuos.

Uno de los estudios fue la "Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (PAT) para la implementación de la NDC de Chile", desarrollado en 2023 para CTCN, la ASCC, el Ministerio del Ambiente y el MinCiencia. El estudio se enfocó en la priorización de tecnologías que aborden los desafíos de adaptación y mitigación seleccionados por el país y presentó una metodología de análisis multicriterio utilizada para la selección de las tecnologías y describe el proceso participativo que se llevó a cabo. La siguiente figura presenta los pasos para la definición de la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA).

Figura 7. Pasos en un proceso TNA.
Fuente: DEUMAN & Anthesis Lavola (2023) citando a UNEP DTU Partnership (2019).

El análisis de sensibilidad permitió identificar tres tecnologías prioritarias por sector. En recursos hídricos, se destacaron el uso de *Machine Learning* para detectar fugas, la captación y almacenamiento de agua de lluvia, y la reutilización de agua residual. En el sector silvoagropecuario, se priorizaron un sistema de alerta temprana, tecnologías de inteligencia artificial y un sistema de irrigación inteligente. Para el sector energético, se destacaron el hidrógeno verde como combustible para vehículos pesados, un sistema de autobús de tránsito rápido (BRT) y el almacenamiento con baterías. En la gestión de residuos, se priorizaron el tratamiento biológico de residuos orgánicos con larvas, el vermicompostaje comunitario y la digestión anaerobia para producir biogás y electricidad.

Los resultados de esta consultoría fueron entregados a los responsables de los respectivos planes sectoriales de adaptación y mitigación. El próximo paso es el análisis de las barreras para la implementación de estas tecnologías y el desarrollo de los Planes de Acción Tecnológicos (PAT) sectoriales. En todos los sectores se enfatiza la importancia de adaptar la infraestructura tecnológica y capacitar a los actores involucrados para asegurar la efectividad de las soluciones.

6.2.6 Experiencias de desarrollo tecnológico para enfrentar el cambio climático en conjunto con el sector privado

A continuación, se presentan algunas iniciativas de desarrollo tecnológico específico sobre cambio climático, desarrolladas por CORFO y la Agencia de Sostenibilidad Energética.

6.2.6.1 Experiencias de Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

La Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, tiene como misión impulsar la competitividad y la diversificación productiva a nivel nacional y regional a través del desarrollo tecnológico e industrial, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo las capacidades humanas y tecnológicas y las condiciones de entorno con el fin de fomentar el desarrollo económico sostenible y territorialmente equilibrado del país. Multisectorial, cuya misión es impulsar la competitividad y la diversificación productiva a nivel nacional y regional a través del desarrollo tecnológico e industrial, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo las capacidades humanas y tecnológicas y las condiciones de entorno con el fin de fomentar el desarrollo económico sostenible y territorialmente equilibrado del país.

En el marco de su misión, Corfo busca contribuir al desarrollo de políticas e iniciativas que permitan al país avanzar hacia un nuevo modelo de desarrollo, más inclusivo y sustentable, impulsando un proceso de transformación productiva que favorezca el despliegue de actividades más intensivas en conocimiento e innovación.

La CORFO desarrolla sus tareas en tres grandes ámbitos, teniendo como ejes transversales la sustentabilidad, la equidad de género y el desarrollo territorial:

(1) Financiamiento para el Desarrollo: impulsar la recuperación y el crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas y fortalecer el financiamiento para el emprendimiento.

(2) Emprendimiento, innovación y fomento: sostener el esfuerzo en materia de apoyo al emprendimiento, innovación y fomento productivo, fortaleciendo la descentralización, enfatizando una mirada ecosistémica.

(3) Nueva Política Industrial: implementar una política industrial moderna para mejorar la competitividad de diversos sectores e impulsar actividades productivas más intensivas en conocimiento, tecnología e innovación, transitando hacia un modelo de desarrollo fundado en el conocimiento y la creatividad de las personas.

Un hito significativo para cerrar brechas de productividad: avanzar hacia la carbono neutralidad y generar empleos de calidad, se produjo en el año 2023 con la implementación de un nuevo programa presupuestario en Corfo. Este programa, llamado Programa de Desarrollo Productivo Sostenible (DPS), tiene como objetivo fortalecer las bases para un crecimiento sostenible e inclusivo a largo plazo. El DPS es un programa interministerial que cuenta con una secretaría ejecutiva en el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, donde este ministerio, junto a Energía, Medio Ambiente, Hacienda, Minería, Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación, y el vicepresidente Ejecutivo de la Corporación de Fomento de la Producción, conforman un comité encargado del desarrollo productivo sostenible. Este comité aborda los desafíos productivos desde una perspectiva multisectorial, centrándose en cuatro grandes desafíos de alto impacto para el país: i. Descarbonización justa; ii. Resiliencia ante la crisis climática y sus impactos socio-ambientales; iii. Sofisticación y diversificación productiva sostenible del país, promoviendo un estado innovador y desarrollando capacidades habilitantes del ecosistema, y iv. Un Estado innovador y capacidades habilitantes del ecosistema.

Los objetivos de las distintas gerencias de trabajo de CORFO son los siguientes:

a. **Emprendimiento:** se apoya a quienes quieran emprender, desarrollando negocios novedosos y promoviendo el desarrollo del ecosistema de emprendimiento en Chile. Trabajamos con emprendedores a través de cofinanciamiento y acompañamiento, con el objetivo de poner sus ideas en marcha. Al mismo tiempo, fomentamos y se potencia la red de ecosistema local y nacional, encargada de articular la actividad emprendedora en los territorios.

b. **Innovación:** se apoya el desarrollo de innovaciones tecnológicas y su llegada a mercados para potenciar su crecimiento. Aportamos con financiamiento y generamos vínculos y servicios con diversos actores del ecosistema para fortalecer las capacidades y la creación de redes que permitan escalar e internacionalizar los productos y servicios que se desarrollan.

c. **Capacidades Tecnológicas:** se potencia el desarrollo y transferencia de tecnologías a lo largo de Chile, a través de programas colaborativos y concursos, que se materializan en proyectos y acciones que fomentan la modernización y sofisticación de nuestra matriz productiva, procurando su sustentabilidad y la incorporación de modelos de economía circular.

d. **Desarrollo territorial**: tiene como función supervisar y coordinar la implementación de la estrategia institucional de la Corporación para el desarrollo productivo a nivel territorial, mediante el seguimiento sistemático de las estrategias y planes de trabajo de las Direcciones Regionales y Comités de Desarrollo Productivo Regional, conforme a las prioridades y estrategias de desarrollo de cada región, además de coordinar y supervisar la delegación de instrumentos en los casos que ello corresponda.

e. **Start-Up Chile:** se potencian y aceleran startups de Chile y el mundo para que utilicen a nuestro país como plataforma para escalar sus negocios.

f. **Financiamiento:** se entregan soluciones para mejorar el acceso al financiamiento de empresas de diferentes tamaños, a través de intermediarios financieros bancarios y no bancarios, y de fondos de inversión.

En los últimos dos años (2022 a 2024), CORFO ha adjudicado más de 350 proyectos relacionados con la mitigación y con la adaptación al cambio climático y proyectos que integran ambos componentes. De estos, aproximadamente un 25% corresponde a proyectos de adaptación; 50% a proyectos de mitigación, y 25% a proyectos integrados.

A continuación, se describen algunos de los proyectos destacados:

- **Programa Transforma de Cambio Climático**

El Programa Transforma de Cambio Climático tiene como objetivo generar un entorno que favorezca la innovación y desarrollo de tecnologías de mitigación y adaptación al cambio climático. Su objetivo principal es incentivar la adopción de tecnologías y modelos de gestión por las empresas del sector, apoyando a aumentar la capacidad de las empresas para implementar innovaciones tecnológicas que permitan hacer frente al Cambio Climático. Este programa se estructura en tres ejes estratégicos: desarrollo regenerativo y resiliencia; transformación productiva, y territorios sostenibles. A su vez, se divide en tres ejes temáticos principales: energía recursos hídricos, y edificación y ciudades.

La priorización de estos ejes se fundamentó en la conexión con la Ley Marco de Cambio Climático, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) y los objetivos de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). También se consideró la estrategia de transferencia tecnológica para el cambio climático y un análisis internacional de áreas de oportunidad del Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), tales como eficiencia de recursos, fuentes de energía, productos y servicios, mercados y resiliencia.

Para su construcción, el programa contó con un proceso participativo, tanto para la fase de diagnóstico en la identificación de brechas y oportunidades, como para la elaboración de la Hoja de Ruta. En este proceso participaron alrededor de 100 actores públicos, privados, de la sociedad civil y de la academia. Lo anterior dio como resultado la identificación de 15 iniciativas, de las cuales 6 serán implementadas en la primera fase o trienio (tres años), contando con un presupuesto estimado de $750 millones a ser ejecutados.

En específico, de las seis (6) iniciativas prioritarias en el corto plazo, cuatro (4) de ellas tienen alcances directamente relacionadas con medidas de adaptación al cambio climático, siendo estas:

- Iniciativa 1: apoyar en el levantamiento de proyectos de arranque para el Instituto Tecnológico y de Investigación Pública para enfrentar la crisis climática y ecológica, junto con participar en instancias estratégicas. Su alcance es contribuir al desarrollo sustentable y competitivo del sector productivo nacional, mediante la investigación y desarrollo; desarrollo y transferencia de tecnología; e información y sistematización de evidencia para la gestión climática. A la fecha, está en proceso una consultoría denominada "ITIP para enfrentar la crisis climática y ecológica de Chile", la cual tiene como objetivo apoyar en el proceso de elaboración de planes estratégicos, con el fin de generar y/o fortalecer capacidades tecnológicas, de investigación y desarrollo, de transferencia tecnológica y de innovación, para la provisión de bienes y servicios de interés público, en ámbitos, desafíos y/o sectores estratégicos, con una visión de largo plazo.
- Iniciativa 4: desarrollo, fomento y difusión de fuentes de financiamiento verde orientadas al sector productivo. Su alcance es generar herramientas para acercar al sector productivo a las fuentes de financiamiento verde.
- Iniciativa 5: Diseñar e impulsar un modelo de distritos, parques y barrios industriales sostenibles para el desarrollo de tecnologías de mitigación y adaptación al cambio climático. Su alcance es desarrollar una red de barrios, parques y distritos industriales sostenibles que permitan pilotar, prototipar, monitorear y validar innovaciones, soluciones climáticas asociadas a la eficiencia energética e hídrica, materiales, tecnología, etc., bajo condiciones reales y de manera integrada, antes de ser implementados.
- Iniciativa 6: programa de fomento a la adopción de fuentes sostenibles de agua. Su alcance es promover el desarrollo de proyectos que contribuyan a la seguridad hídrica del país, mediante la adopción de nuevas fuentes de agua, a través de tecnologías innovadoras y ambientalmente responsables, aumentando así la resiliencia ante los efectos del cambio climático y reduciendo las emisiones que podrían estar relacionadas a la extracción del recurso.

- **Programa Transforma Territorio Circular**

Un segundo programa Transforma, también mencionado en el capítulo de mitigación es el de economía circular denominado **Territorio Circular**, el cual comenzó el año 2022 y tiene como objetivo acelerar la transición hacia la economía circular en Chile, impulsando un desarrollo sustentable en los territorios a partir de oportunidades de vinculación entre la industria y el ecosistema de innovación y emprendimiento. El Programa avanza en 4 ejes:

- **Habilitar:** crear condiciones habilitantes que permitan fomentar modelos de negocio justos, sostenibles y de impactos positivos para el territorio y sus habitantes.
- **Ejecutar:** facilitar la implementación de proyectos circulares por medio de la articulación de empresas con ecosistemas de innovación y emprendimiento.
- **Comunicar:** difundir casos inspiradores, esfuerzos y compromisos de diferentes actores involucrados en la implementación de la Hoja de Ruta de Economía Circular, así como compartir conocimiento generado en torno a la Economía Circular.
- **Monitorear:** dar seguimiento a distintas acciones establecidas en la Hoja de Ruta de Economía Circular y realizar una labor de monitoreo permanente de las acciones del Programa.

- **Programa Transforma Turismo**

Un tercer programa Transforma, también mencionado en el capítulo de mitigación, es el denominado **Transforma Turismo**, el cual comenzó su ejecución en 2016 y desde entonces contribuye a generar un mejor entorno para el aumento de la productividad, la innovación y el emprendimiento en el sector.

Con la finalidad de reducir brechas competitivas y fallas de coordinación para así responder a los actuales desafíos del sector, el Transforma Turismo se enfoca en 3 ejes:

1. Diversificación de la oferta turística
2. Sofisticación de la oferta turística
3. Fortalecimiento de la gestión de los destinos

En el marco del eje sofisticación de la oferta turística, se encuentra la iniciativa *"Adaptación de las empresas al cambio climático"*, donde se han impulsado las siguientes iniciativas destacadas:

- Kit de herramientas de eficiencia energética: micrositio que entrega recomendaciones, soluciones a medida, casos de éxito y orientaciones de instrumentos de apoyo y asesoría para mejorar la eficiencia energética y descarbonización en alojamientos y servicios de alimentación. Herramienta transferida al Servicio Nacional de Turismo.
- Kit de herramientas de economía circular: conjunto de herramientas orientadas a la implementación de prácticas de economía circular para prestadores de servicios turísticos. Durante el segundo semestre se realizará Herramienta de monitoreo de adopción de iniciativas de Economía circular.

En el marco del eje *"Fortalecimiento de la gestión de destinos"*, se han impulsado las siguientes iniciativas destacadas:

- Modelo parque cero emisiones: documento que describe el Modelo de Gestión Cero Emisión para Áreas Silvestres Protegidas, el cual busca transitar hacia una operación turística cero emisiones, tanto al interior de un área silvestre protegida, como en las comunidades aledañas.
- Índice de saturación de destinos turísticos (ISDT): herramienta de gestión que mide el estado de 17 indicadores que permiten comprender el impacto del turismo en el territorio.
- Impulso al primer programa tecnológico para el cambio climático Adapt-Accion, el cual busca generar y transferir tecnologías y bienes públicos para el sector turismo, para así posicionarse como un referente tecnológico para el desarrollo de un turismo sustentable a nivel nacional.

Por último, los tres **Programa Transforma Hídrico** en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, tienen como objetivo co-crear de forma consensuada con la gobernanza, la hoja de ruta que impulse la gestión eficiente y estratégica de los recursos hídricos bajo una visión compartida de largo plazo, para el desarrollo productivo sostenible de los sectores base de la economía regional.

Programas de fomento

Además, se pueden mencionar otros proyectos adjudicados, donde se destacan los siguientes instrumentos:

- Proyectos de bienes públicos, enfocados en el sector agrícola, aguas residuales, cuencas y sector forestal.
- Retos de Innovación Resiliencia y Cambio Climático en escasez hídrica (en la región de Valparaíso, Coquimbo y Metropolitana).
- Programas Tecnológicos Estratégicos, enfocados en recursos hídricos, agricultura regenerativa, soluciones basadas en la naturaleza para el sector turismo.
- Aceleradora de negocios, la cual apoya el escalamiento de iniciativas globales focalizadas en resiliencia climática, con el objetivo de hacer frente a los impactos del cambio climático y evitar que esos impactos empeoren; mediante un proceso de acompañamiento y estructuración de negocios sostenibles, desde la Región de la Araucanía.
- Proyectos de los programas de Crea y Valida, Innova Alta Tecnología, Programas de Difusión Tecnológica, Capital Humano Experto y ley I+D.

Foto: Nicolás Smith D.

Centros Tecnológicos e Institutos Tecnológicos financiados por CORFO en el periodo 2020-2024

Los Centros Tecnológicos para Bienes Públicos buscan generar y mantener capacidades tecnológicas habilitantes en entidades tecnológicas, que permitan la provisión de bienes y servicios de interés público para la competitividad, en ámbitos y/o sectores estratégicos, contribuyendo así al cierre de brechas de capital humano avanzado, de infraestructura y equipamiento tecnológico con una visión de largo plazo.

Dentro del periodo de reporte, se encuentran los siguientes:

Foto: Natalia Neira

Tabla 1: Centros Tecnológicos y de excelencia abiertos por CORFO en el periodo 2020-2024.

Sector	Nombre del Centro	Región	Año de inicio	Descripción / Objetivos	Instituciones involucradas
Minería, Energías Renovables	Instituto chileno de tecnologías limpias	Antofagasta	Marzo 2020	Transformar la Industria minera y energética, posicionando a Chile como líder mundial en enfrentar los desafíos del cambio climático y al mismo tiempo generar una dinámica de inversión, aumento de productividad y sostenibilidad que nos permitirá fortalecer la actividad minera, con una oferta diferenciada con materiales con baja huella de carbono y sostenibilidad ambiental, social y económica, transformando a Chile en un país exportador de energía limpia	Universidad Técnica Federico Santa María; Universidad Bernardo O'Higgins; Corporación Endeavor Chile; Semilla Ipstar; Fundación Leitat Chile; Asociación de Industriales de Iquique y el Tamarugal AG; Hub Global de Tarapacá; Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A; Universidad de Sao Paulo; University of Technology Sydney; Gobierno Regional Tarapacá; Minnovex AG; TriCiclos S.A; Corporación Regional de Desarrollo Productivo de la Región de Tarapacá; Neptuno Pumps Ltda.; Corpesca S.A; BHP Billiton; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Sustainable Minerals Institute International Center of Excellence Chile (SMI-ICE); Conor S.A; Circle Economy
Transporte	Centro para la Aceleración Sostenible de Electromovilidad - CASE	Región Metropolitana de Santiago, Región del Maule, Región de Los Ríos	Mayo 2020	Contribuir en la aceleración de los procesos de adopción de electromovilidad en Chile, mediante un enfoque en los problemas, requerimientos y soluciones particulares para su desarrollo e implementación. De esta manera, al contribuir con la penetración de vehículos eléctricos, se contribuye también a potenciar el mercado de tecnologías que utilizan cobre y litio. Considera el desarrollo de proyectos tecnológicos y bienes públicos que permiten acelerar la electromovilidad, así como también el diseño de modelos de negocios y de transferencia tecnológica que permitan avanzar en la generación y fortalecimiento de esta nueva industria en Chile	Agencia Sostenibilidad Energética; Centro Mario Molina; Universidad de Santiago; Universidad Tecnológica Metropolitana; Universidad Austral de Chile; Asociación de Empresas Eléctricas AG; Enel X Chile SpA; Engie Chile S.A.; Buses Metropolitana S.A.; Universidad de Talca; Seguros Generales Suramericana S.A.; Sistemas y Servicios de Comunicacion Sisercom S.A.; Salmo y Boats S.A.; Sociedad Austral de Electricidad S.A; Nissan Chile SpA; EY Consulting SpA

Fuente: elaboración propia con datos entregados por CORFO.

Junto con lo anterior, la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de Corfo, cuenta con el instrumento "Fortalecimiento y/o Creación de Institutos Tecnológicos Públicos - Etapa Perfil e implementación", que tiene como objetivo apoyar en el proceso de elaboración de planes estratégicos con el fin de generar y/o fortalecer capacidades tecnológicas, de investigación y desarrollo, de transferencia tecnológica y de innovación, para la provisión de bienes y servicios de interés público, en ámbitos, desafíos y/o sectores estratégicos, con una visión de largo plazo. Acá se presentan los proyectos adjudicados que tienen relación con el cambio climático:

Tabla 2. Proyectos adjudicados que tienen relación con el cambio climático.

Sector	Nombre o diseño del Instituto	Región	Año de inicio	Descripción / Objetivos	Instituciones involucradas
Minería	Diseño Instituto Tecnológico y de Investigación Público del Litio y Salares (ITIBP-LS)	Antofagasta	2023	Identificar las definiciones para la construcción de una propuesta de instituto tecnológico y de investigación público de litio y salares. Articulará la oferta de investigación y promoverá el desarrollo de tecnologías para abordar la cadena de valor del litio con desarrollo local y aportando la información necesaria para la creación de bienes públicos enfocados en la sustentabilidad de la industria y su relación con las comunidades, abordando iniciativas de forma inclusiva y equitativa con los territorios. Se desarrolla en tres etapas: -Levantamiento de línea base para caracterizar la oferta de I+D+i nacional e instituciones científico-tecnológicas internacionales. -Desarrollo de plan estratégico a 10 años. -Elaboración de proyecto de implementación con foco en los primeros 3 años. Finalmente, se espera que el centro se convierta en el referente de conocimiento y desarrollo tecnológico para la industria del litio en Chile y el mundo.	No se ha establecido
Pesca y acuicultura	Creación de un Centro de investigación del cambio climático y resiliencia para la pesca y acuicultura	Los Lagos	2023	El proyecto pretende crear un centro dedicado a la investigación del cambio climático, dependiente de IFOP y con capacidades para pronosticar escenarios ambientales futuros a escala regional que permita promover soluciones anticipadas y resilientes en el ámbito de la pesca y acuicultura. El centro de manera articulada con otras instituciones nacionales e internacionales, fortalecerá sus capacidades en materia de monitoreo y modelación numérica de los procesos hidrodinámicos, biogeoquímicos y atmosféricos en escalas temporales amplias y los escenarios resultantes serán analizados en función de las características biológicas y productivas de los recursos pesqueros, de la acuicultura y la dinámica de especies plaga perjudiciales para ambas actividades, pero también desarrollará capacidades de análisis socio-económicos para diagnosticar los escenarios de adaptación y sostenibilidad de la producción pesquera y acuicultura en un ecosistema cambiante	Instituto de Fomento Pesquero-IFOP
Forestal	Fortaleciendo el desarrollo forestal productivo sostenible a través del Instituto Forestal	Metropolitana	2023	El sector forestal debe tener un rol protagónico en la sostenibilidad del país, generando madera ambientalmente amigable y socialmente responsable, de manera de aportar al desarrollo nacional. Estos ámbitos conforman los objetivos de INFOR desde su creación. INFOR cuenta con 6 áreas de trabajo. Dos de estas áreas, que están relacionadas con el uso de madera en la construcción, están prontas a terminar un programa de fortalecimiento cofinanciado por CORFO. Este proyecto postula a fortalecer las 4 áreas que se focalizan en garantizar que la madera a usar en la construcción provenga de un contexto sostenible, con aceptación social y apoyo al desarrollo local. El proyecto elaborará un plan estratégico y proyecto para su implementación, con el fin de fortalecer Capacidades Tecnológicas, de I+D, de Transferencia Tecnológica y de Innovación, que permitan a INFOR proveer los necesarios bienes y servicios de interés público que contribuyan a convertir a Chile en un productor sostenible de madera	Instituto Forestal
Agricultura	Modernización para acelerar la adopción de tecnologías generadas por el INIA dirigidas a la diversificación productiva y sustentable de la agricultura chilena	Metropolitana	2023	Fortalecer la capacidad institucional de vinculación, divulgación y transferencia de tecnologías para la transición hacia modelos de producción agropecuaria de mayor sustentabilidad y resiliencia ambiental que permita una toma de decisiones más rápida y eficaz a emprendedores y servicios públicos relacionados. Para ello y luego de un diagnóstico de la situación actual de la institución se diseñará un plan estratégico con un horizonte a 10 años, el cual tiene la posibilidad de ser implementado, a través de un proyecto que permitirá fortalecer las capacidades tecnológicas, de I+D, de transferencia tecnológica e innovación de la institución, así como la retroalimentación con el mundo privado. Todo ello con el objetivo de acelerar la adopción de tecnologías generadas por el INIA dirigidas a la diversificación productiva y sustentable de la agricultura chilena	Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA)
Cambio Climático	Co-construcción del diseño de ITIP para enfrentar crisis climática y ecológica de Chile	Nacional	2023	La propuesta constituye una co-construcción con múltiples y diversos actores para un diseño de ITIP de referencias internas. Para la generación de conocimiento científico-tecnológico público, desarrollos e innovación de alcance global, que aborde la triple crisis ambiental: cambio climático, contaminación y pérdida de biodiversidad, a través de una gobernanza articulada que permita desarrollar líneas base públicas ecosistémicas con capacidades de investigación multidisciplinarias e información para regulación, inversión y la toma informada de decisiones desde el Estado y privados	No se ha establecido

Fuente: elaboración propia con datos entregados por CORFO.

Postulaciones (P) y Adjudicaciones (A) de Bienes Públicos, según sector de la entidad beneficiaria, en el periodo 2020-2024.

El programa Bienes Públicos, apoya el desarrollo de iniciativas públicas para la competitividad, orientadas a resolver fallas de mercado y asimetrías de información. A continuación, en la Tabla 3, se presentan aquellas convocatorias asociadas a cambio climático.

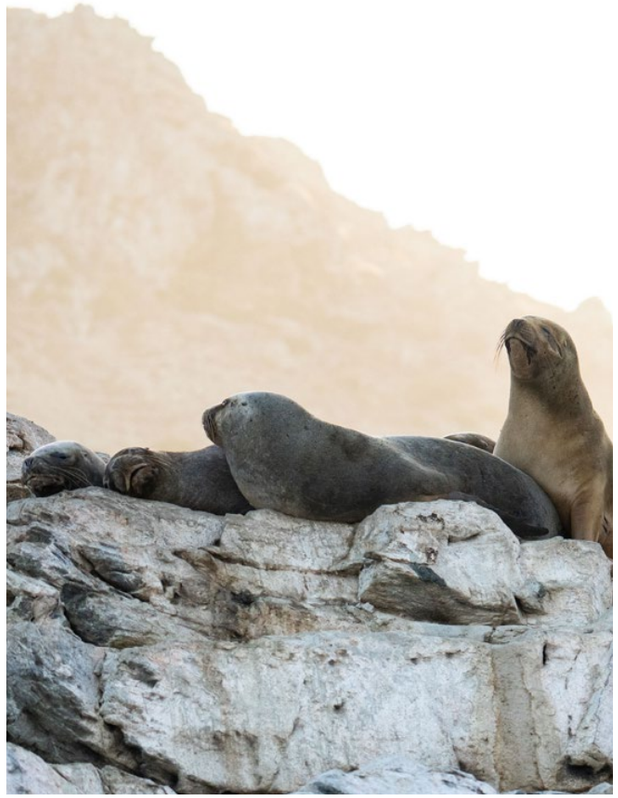


Foto: Bryan Contreras

Tabla 3. Postulaciones (P) y Adjudicaciones (A) de Bienes Públicos, según sector de la entidad beneficiaria.

	Empresa		E Fundación -ONG -		Universidad - Centro I+D		Total general	
Bienes Públicos	P	A	P	A	P	A	P	A
2020 Bienes Públicos para la Competitividad Regional (Economía Circular, Manejo de Residuos, Energía)	3				1	1	4	1
2021 Bienes Públicos para la Competitividad Regional (Urbanismo, Energía, Transporte)					3	3	3	3
2023 Bienes Públicos DPS Descarbonización y resiliencia climática		1		4	1	9	1	14
2023 Bienes Públicos para la Competitividad Regional (Turismo, Agropecuario, Economía Circular, Transporte)	2	3	1			4	3	7
2024 Bienes Públicos Biobío - Agricultura Sostenible para la Provincia de Arauco						2		2
Total general	5	4	1	4	5	19	11	27

Fuente: elaboración propia a partir de información de CORFO.

Algunos ejemplos de bienes públicos regionales son los siguientes:

Carbono Control: plataforma pública de monitoreo de CO_2 en la región de Arica y Parinacota que tiene como objetivo desarrollar y poner en funcionamiento una plataforma accesible para todos los usuarios, que permita almacenar, procesar y presentar los datos de balance de carbono, recolectados por una estación micro meteorológica.

Sistema de información CLIMA-L: Medidas de Adaptación Climática en la cuenca del río Limarí, que tiene como objetivo elaborar un sistema de información online de acceso libre (CLIMA-L) en donde estarán disponibles los escenarios futuros para los recursos hídricos de la cuenca del río Limarí y medidas de adaptación concretas, frente a diferentes modelos de cambio climático. Además, CLIMA-L contendrá datos útiles para la caracterización del medio subterráneo y la modelación integrada superficial-subterránea. Para la evaluación de escenarios futuros, la herramienta de gestión para aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del río Limarí será actualizada y mejorada con la integración de nuevas informaciones acerca de los recursos hídricos en dicho sector.

ACCARPS: Adaptación al Cambio Climático para Aguas Residuales y Producción Sustentable en el Maipo, que tiene como objetivo desarrollar una herramienta para diseñar y aplicar estrategias de gestión sostenible de residuos sólidos (RS) y efluentes en la cuenca del río Maipo, tanto en zonas urbanas como en los Servicios Sanitarios Rurales (SSR). El cambio climático reduce la disponibilidad de agua e intensifica la necesidad de reutilizar. Por esto mismo, habrá menos agua residual, haciendo imperativo no solo reutilizar, sino también optimizar la gestión de estos recursos. Con un enfoque en la adaptación climática, el proyecto pretende maximizar la reutilización y cuantificación de efluentes y RS en áreas urbanas y rurales. A través de simulaciones, se configurarán escenarios con y sin adaptación, incentivando la reutilización del agua en agricultura, industria y minería.

Otros Instrumentos

Otros instrumentos y programas de CORFO para impulsar la sustentabilidad se presentan a continuación:

Tabla 4. Programas de CORFO relativos a cambio climático en el periodo 2020-2024.

Programa o Instrumento	Descripción	Año
Programa de Formación para la competitividad (PFC) de la Gerencia de redes y territorio.	Se han desarrollado los siguientes cursos: • Formación de gestores de sustentabilidad para la descarbonización del sector de la construcción (en implementación 2024) • Programa de formación para la adaptación al cambio climático del sector hortícola a través de horticultura protegida. (2022) • Formación de verificadores(as) que permitan la cuantificación, gestión y reporte de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Terminada primera versión (2022), en diseño segunda versión para 2024. • Economía Circular para Líderes del Cambio en la Región del Maule. (2022) • Necesidades de capital humano para la implementación de economía circular en empresas de la Región de los Lagos. (2023) • Herramientas digitales para la gestión hídrica en la agricultura. (2023) • Gestor para la mitigación y adaptación al cambio climático del sector agropecuario (en diseño) • Identificación y cuantificación de brechas de capital humano en el mercado de la biomasa como fuente de energía (estudio) • Identificación, cuantificación y proyección de brechas de Capital Humano para la formación para la competitividad, en adaptación al cambio climático y gestión hídrica sustentable, en sectores productivos relevantes de la Región de Los Lagos (estudio) • Identificación, cuantificación y proyección de brechas de Capital Humano para la formación para la competitividad, en adaptación al cambio climático y gestión hídrica sustentable, en sectores productivos relevantes de la Región de Los Lagos. (estudio) • Herramientas digitales para la gestión hídrica en la agricultura (en desarrollo 2024) • Gestor para la mitigación y adaptación al cambio climático del sector agropecuario (en desarrollo 2024) • Formación en gestión sostenible del agua (en desarrollo 2024). • Formación en líneas base ambientales y cambio climático para la evaluación ambiental de proyectos de Hidrógeno Verde (en desarrollo 2024)	N/A
Capital humano experto y para la innovación Gerencia de innovación	Fortalecimiento de capacidades en I+D+i en las empresas nacionales, a través de la inserción de profesionales y técnicos/as de nivel superior, altamente calificados, para su participación en el desarrollo de desafíos de I+D+i, con la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de dichas empresas (39 proyectos adjudicados entre el 2022-2023)	2022 -2023
Fomento a la Calidad- FOCAL Gerencia de Redes y Territorio	Mejorar la productividad y competitividad de una empresa a través de un incentivo a la implementación y certificación de normas técnicas de sistemas de gestión y de productos o de protocolos reconocidos por Corfo como habilitantes para acceder a nuevos mercados (22 proyectos adjudicados 2023)	2023
Viraliza - Gerencia de Emprendimiento	Realización de programas de difusión de experiencias vinculadas al emprendimiento y la innovación, para ser transmitidos a través de medios de difusión masiva. Realización de eventos masivos que promuevan el emprendimiento y la innovación, mediante actividades que faciliten la generación redes y el intercambio de conocimientos y/o buenas prácticas entre los asistentes. Realización de programas de formación, orientados a traspasar conocimientos, habilidades y/o herramientas de emprendimiento e innovación a grupos de la población objetivo que se identifiquen para cada apertura del instrumento. (más de 70 proyectos adjudicados entre 2022-2023)	2022-2023
Retos de Innovación Resiliencia y Cambio Climático en escasez hídrica	Cofinanciamiento para el desarrollo de productos y/o servicios que busquen identificar y escalar soluciones tecnológicas innovadoras en resiliencia y cambio climático en escasez hídrica en la región de Valparaíso, Coquimbo y Metropolitana.	2023
Programas Tecnológicos de Transformación Productiva ante el Cambio Climático.	Esta convocatoria tuvo por objetivo abordar brechas de competitividad asociadas a desafíos de la crisis climática, identificadas en los sectores productivos priorizados, mediante el desarrollo y adaptación de tecnologías, que puedan ser implementadas en la industria durante la ejecución del programa. Los proyectos debían estar focalizados temáticamente en uno los siguientes sectores: "Silvoagropecuario", "Pequeña y mediana minería" y "Turismo". Un ejemplo de estos proyectos es ADAPT-ACCIÓN acciones para el desarrollo adaptativo de paisajes, territorios y atractivos turísticos. Tecnologías y soluciones basadas en naturaleza para destinos turísticos resilientes ante el cambio climático.	2023

Continuación tabla 4

Programa o Instrumento	Descripción	Año
Escalamiento intermediado: Aceleradora de negocios Gerencia de Emprendimiento	Apoya el escalamiento de iniciativas globales focalizadas en resiliencia climática, con el objetivo de hacer frente a los impactos del cambio climático y evitar que esos impactos empeoren; mediante un proceso de acompañamiento y estructuración de negocios sostenibles. En el periodo de reporte se han adjudicado 5 enfocado tanto en la descarbonización como de resiliencia climática.	2023
Proyectos de los programas de crea y valida, Innova alta tecnología, Programas de Difusión tecnológica y ley I+D.	Apoya proyectos que desarrollen productos (bienes o servicios) y/o procesos, nuevos o significativamente mejorados hasta la fase de prototipo y que provoquen un impacto a nivel regional o país. Se han identificado más de 300 proyectos.	2020-2024
Programas Estratégicos Transforma	Estos programas buscan potenciar la diversificación y sofisticación de la economía, identificando oportunidades tecnológicas y de mercado, con alcance global, bajo un enfoque de especialización inteligente. Destacan: ‧ Programa Transforma de Cambio Climático ‧ Programa Transforma Territorio Circular ‧ Programa Transforma Turismo ‧ tres Programa Transforma Hídrico	2021-2023

Fuente: elaboración propia con datos de entregados por CORFO.

Programas Relativos a Hidrógeno Verde

Para el caso de los proyectos de hidrógeno se presenta una gráfica que representan los proyectos/etapas según ámbito de acción, con alrededor de 70 proyectos de las distintas gerencias de CORFO financiados entre los años 2020-2024 (Figura 8).

Recuento de Monto adjudicado

POR AMBITO, AÑO ADJUDICACIÓN

Ámbito	2020	2021	2022	2023	Total
Comercialización				1	**1**
Demanda				5	**5**
Difusión/Prospección		1	1	4	**6**
Estudios & BBPP	1			5	**6**
Formación		1	1	10	**12**
Gobernanza y asociatividad	1	3	4	3	**11**
I + D	1	3	6	14	**24**
Producción		5			**5**
Total	**3**	**13**	**12**	**42**	**70**

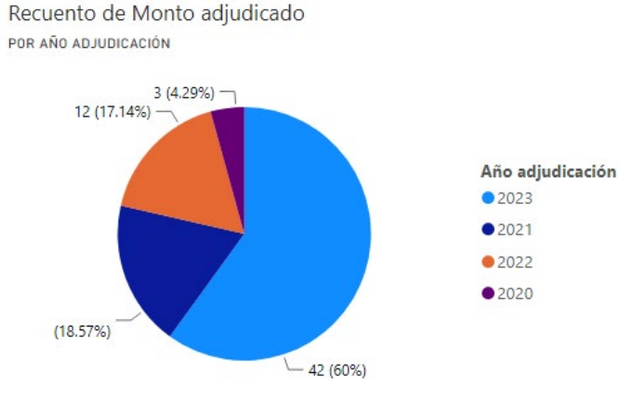


Figura 8. Proyectos/etapas según ámbito de acción relativos a Hidrógeno Verde.

Fuente: datos compartidos por CORFO.

Programas de CORFO de financiamiento e innovación

A continuación, se presentan los distintos programas de CORFO de financiamiento e innovación:

Tabla 5. Programas o Instrumentos de financiamiento e innovación en el período 2020-2024.

Programa o Instrumento	Descripción	Año
Línea de Cobertura Pro-Inversión Modalidad ERNC y Dendroenergía	Créditos a empresas destinados a proyectos de Energías Renovables No Convencionales (hasta 9 MW), con un tope del 70% del monto de financiamiento. En los años 2021 y 2022 se le otorgó una cobertura de 100.000 UF a la empresa "La Gloria S.A" en tres instalaciones.	2021 2022
Crédito Verde	Es un programa de Corfo que, a través de instituciones financieras, permite a empresas y proyectos, acceder a financiamiento para invertir en proyectos de energías renovables no convencionales (ERNC), eficiencia energética y economía circular con el fin de avanzar hacia un desarrollo productivo cada vez más sostenible en Chile. A través del Crédito Verde, la Corporación entrega recursos en modalidad de préstamos a las instituciones financieras —bancarias y no bancarias— que se incorporan al programa, para que éstas, a su vez, otorguen financiamiento (créditos) de hasta US$20 millones a empresas cuyas ventas no superen las UF 600.000 anuales y quieran desarrollar proyectos que aporten a mitigar los efectos del cambio climático e impacten positivamente en el medio ambiente. En el periodo de reporte se financiaron 12 proyectos, considerando soluciones de electromovilidad y de mejora medioambiental.	2020-2024

Fuente: datos compartidos por CORFO.

Foto: Fernando Medrano

Dos ejemplos de proyectos del crédito verde se nombran a continuación:

Proyecto Aconcagua de Aguas Pacífico: a través de Banco BICE se concretó la operación por un total de US$ 35,9 millones para destinar al proyecto Aconcagua que pondrá a disposición agua desalinizada para múltiples usos en las regiones de Valparaíso y Metropolitana. Este proyecto, que se encuentra en construcción, considera la operación de una planta desalinizadora de agua de mar de 1.000 l/s en la comuna de Puchuncaví, en la Región de Valparaíso y un acueducto de 105 km de longitud que llega hasta la comuna de Colina en la Región Metropolitana. Con una inversión de US$ 1.000 millones, es la principal obra de infraestructura en construcción en esta zona y que a la fecha ya supera los 1.000 puestos de trabajo creados.

Planta de tratamiento y reciclaje de REXIN: es un proyecto de la Región de los Lagos de USD$2,18 millones que recicla y genera energía térmica del biogás proveniente de su relleno sanitario, lugar donde procesa los residuos de industrias locales como la salmonera, acuícola, de alimentos, láctea, forestal, entre otras. Gracias al Crédito Verde, podrán ampliar su planta de reciclaje y Waste to Energy.

Se ha identificado una lista con más de seiscientos proyectos de CORFO, que tienen relación con cambio climático. A partir de la sistematización de aquella lista, se identificó a los sectores de desarrollo en los que se enmarcan estos proyectos, además de si su foco se orienta hacia la adaptación o a la mitigación o a proyectos mixtos.

Participación sectorial en iniciativas de adaptación.

En el gráfico a continuación (Figura 9) se puede apreciar que los sectores que recibieron mayor financiamiento a través de créditos o subsidios asociados a la adaptación, durante el periodo 2020 a marzo 2024, fueron Agricultura, con un 33% de recursos, 17% fueron destinados a proyectos que abarcaban más de un sector, luego con un 14% se presenta el sector de servicios que está inserto la gestión hídrica.

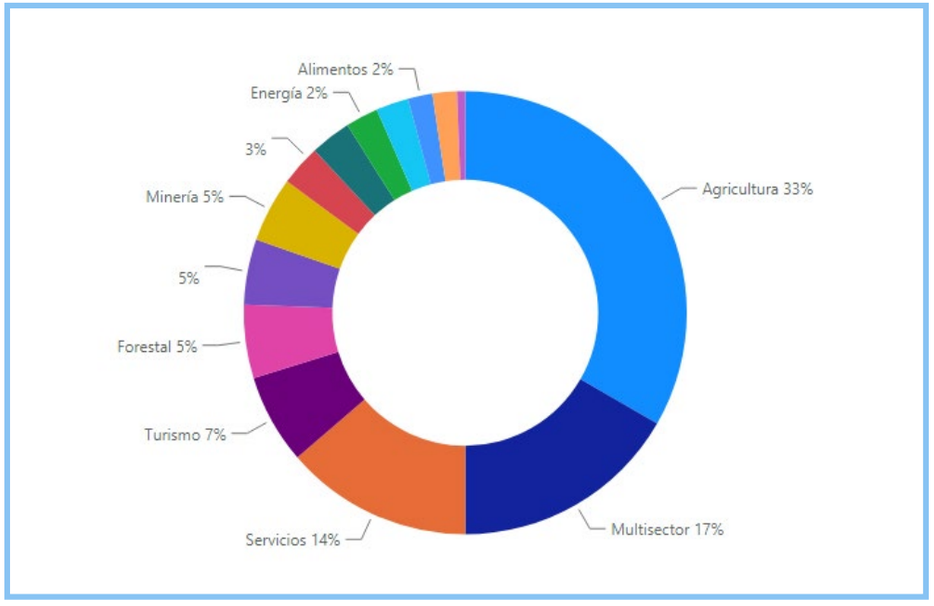


Figura 9. Participación sectorial en iniciativas de adaptación.
Fuente: datos compartidos por CORFO.

Participación sectorial en iniciativas de mitigación

Con respecto a la mitigación, la siguiente figura 10, indica que los sectores que recibieron mayor financiamiento con un 36% fue el de energía, seguidos por proyectos que abarcan más de un sector con un 11%, y el sector construcción, edificación y ciudades, con un 10%.

Foto: Micaela Jara Forray

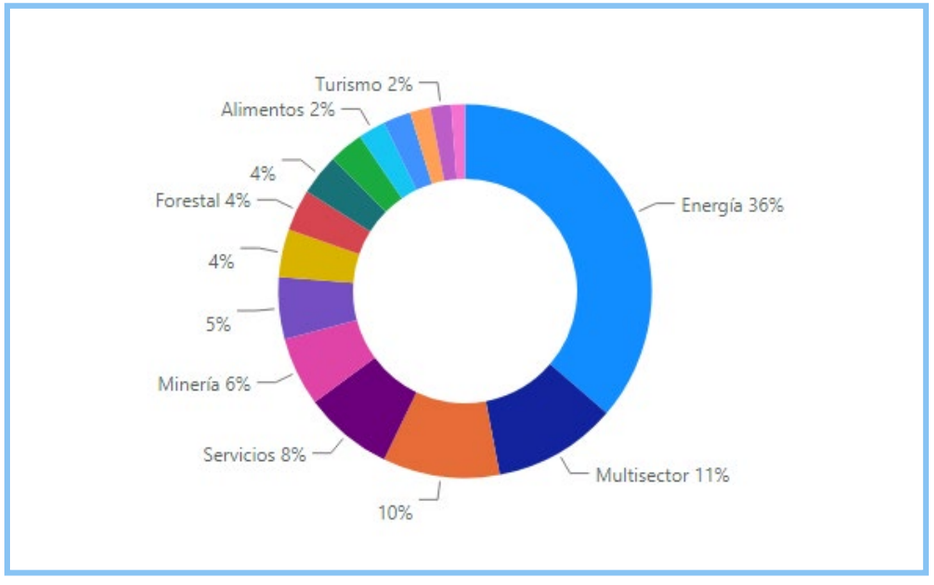


Figura 10. Participación sectorial en iniciativas de Mitigación.
Fuente: datos compartidos por CORFO.

Participación sectorial en iniciativas mixtas

De acuerdo con la guía para la identificación y clasificación del gasto público en cambio climático, elaborada en 2024 por el Ministerio de Hacienda y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), las acciones relacionadas con la economía circular se clasificaron como mixtas, debido a su capacidad para mantener los recursos naturales, de reducir las emisiones de GEI y fortalecer la resiliencia económica frente al cambio climático. En este contexto, en la siguiente figura se puede observar que aproximadamente el 50% de las iniciativas se agrupan en esta categoría, incluyendo los sectores de alimentos y agricultura liderando en financiamiento (19% y 15%, respectivamente), seguidos de proyectos multisectoriales (14%) y el sector de residuos (12%).

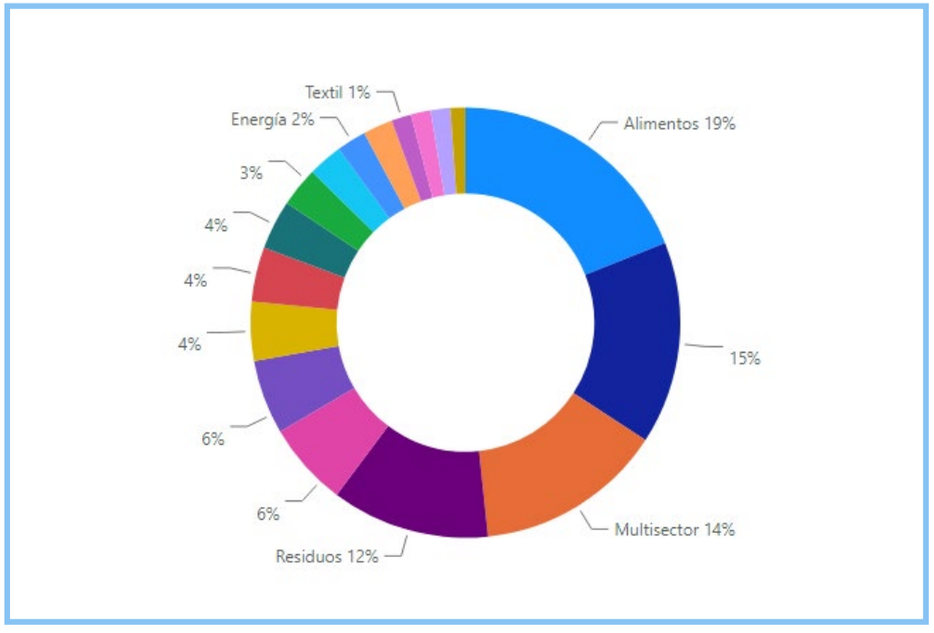


Figura 11. Participación sectorial en iniciativas mixtas.
Fuente: datos compartidos por CORFO.

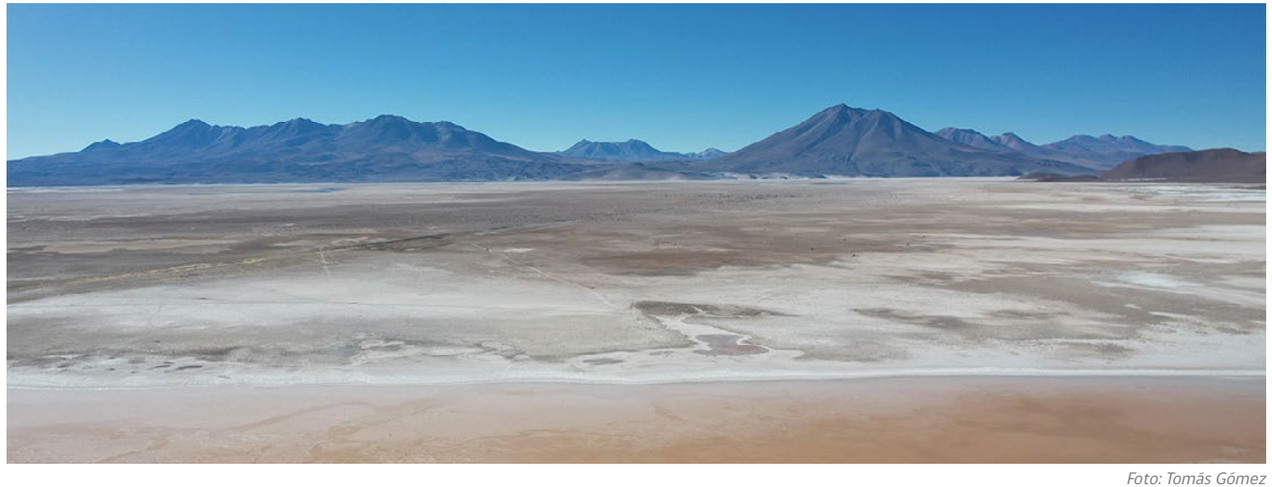


Foto: Tomás Gómez

Iniciativas ligadas a Transferencia Tecnológica por Instrumento de Fomento, Periodo 2020-2024

Los instrumentos y el número de iniciativas apoyadas por CORFO en el periodo 2020 a 2024 y que pueden ser asociadas a transferencia tecnológica se ven en la siguiente figura:

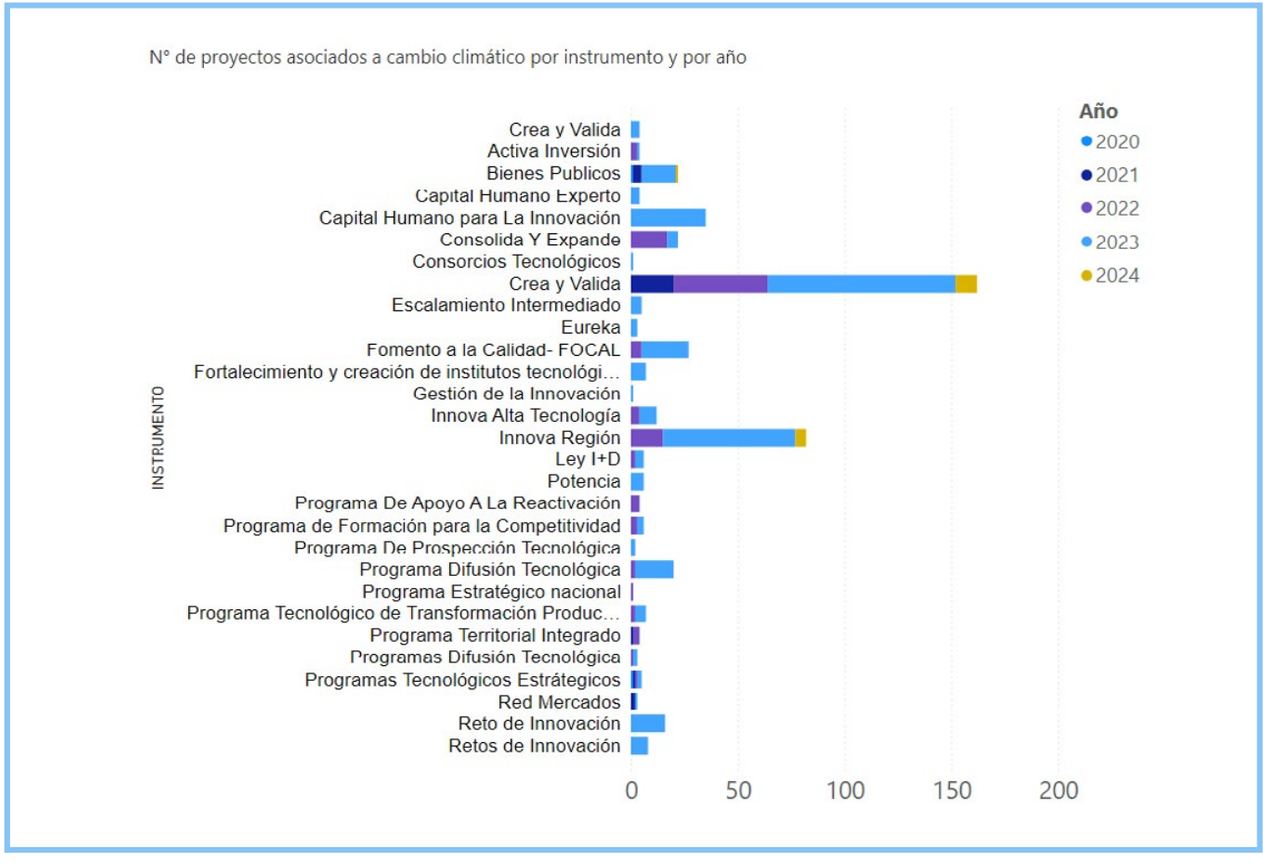


Figura 12. Número de Iniciativas ligadas a Transferencia Tecnológica por Instrumento de Fomento, periodo 2020 a 2024[4].

Fuente: datos compartidos por CORFO.

De los programas más financiados destacan el **Programa Crea y Valida**, el que apoya el desarrollo de nuevos o mejorados productos (bienes o servicios) y/o procesos, que requieran I+D, desde la fase de prototipo, hasta la fase de validación técnica a escala productiva y/o validación comercial, fortaleciendo las capacidades de innovación en la empresa y el **Programa Innova Región** que avanza en apoyar el desarrollo de nuevos o mejorados productos (bienes o servicios) y/o procesos, desde la fase de prototipo hasta la fase de validación técnica a escala productiva y/o validación comercial, que aporten a la economía regional y fortalezcan las capacidades de **innovación** en la empresa. También destaca como programas de entorno y fortalecimiento de capacidades el **Programa Viraliza** que fomentar el reforzamiento del entorno y/o cultura de emprendimiento e innovación, con la finalidad de hacer propicio el ecosistema y posicionar a Chile como capital de la innovación y el emprendimiento en Latinoamérica. Por último el Programa de **Capital Humano** que busca contribuir al fortalecimiento de capacidades en I+D+i en las empresas, a través de la inserción de profesionales altamente calificados, para su participación en el desarrollo de desafíos de I+D+i, con la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de dichas empresas.

6.2.6.2 Experiencia de la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE)

La Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE), creada por la Ley Nº 20.402 de 2010, busca promover la eficiencia y sostenibilidad energética en Chile mediante políticas públicas y alianzas con distintos sectores. Sus programas, como Mejor Escuela y Casa Solar, benefician a ciudadanos y empresas, fomentando tecnologías limpias y sostenibilidad. La AgenciaSE también ofrece capacitación especializada, lo que ha acelerado el mercado, reducido barreras para la sostenibilidad y permitido la colaboración con otras instituciones para mejorar las políticas públicas. En la siguiente tabla se presentan las iniciativas ejecutadas hasta 2023.

[4] Crea y Valida integra, Crea y Valida I+D, Crea y Valida I+D colaborativo, Crea y Valida I+D+i empresarial, Crea y Valida rápida implementación, Crea y Valida rápida implementación foco economía circular. Bienes Públicos", agrupa los Instrumentos: Bienes públicos, Bienes públicos estratégicos para la competitividad, Bienes públicos para la competitividad, Bienes públicos para la competitividad regional.

Tabla 6. Iniciativas ejecutadas por la Agencia SE en el periodo 2022-2023.

Áreas de Ejecución	Iniciativa	Objetivo General	Actividades realizadas	Beneficiarios
Infraestructura Local y Edificaciones	Programa de Eficiencia Energética y Energías Renovables en Magallanes	Este programa tiene como objetivo disminuir las brechas de eficiencia energética en las distintas comunas de la región y potenciar los proyectos de eficiencia energética del 'Programa de Desarrollo de Medidas y Proyectos de Eficiencia Energética en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena'. Este programa es financiado por el Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena. Se han implementado proyectos de acondicionamiento térmico, cogeneración, recambio de luminarias, sistemas fotovoltaicos y recambio de centrales térmicas en siete edificios de la región.	Finalización del Proyecto Liceo Luis Cruz Martínez - Fotovoltaico. Finalización del Proyecto Hospital de Puerto Williams - Fotovoltaico. Finalización del Proyecto de recambio de luminarias en 7 recintos públicos. Finalización del Proyecto Liceo Luis Alberto Barrera - Acondicionamiento Térmico. Finalización del Proyecto Liceo Luis Cruz Martínez - Acondicionamiento Térmico.	El Área de Infraestructura Local y Edificaciones atendió en 2022 a 135 beneficiarios a través de los programas de Eficiencia Energética y Energías Renovables en Magallanes, así como el de Mejoramiento Energético de la Infraestructura Escolar Pública (Diseño e Implementación).
	Programa de Mejoramiento Energético de la Infraestructura Escolar Pública	Este programa consiste en la implementación de proyectos de acondicionamiento térmico y la provisión de asistencia técnica para la entrega de diseños de proyectos de conservación, con un enfoque en reacondicionamiento térmico. Estos proyectos pueden ser implementados por los establecimientos beneficiarios del programa o utilizados para postular a fondos de implementación. Dichos proyectos permitirán mejorar la calidad de vida al generar condiciones de confort y habitabilidad, además de reducir la demanda	Finalización del Proyecto Escuela Rural Isla Huapi - Fotovoltaico. Finalización del Proyecto Escuela Rural Isla Huapi - Acondicionamiento Térmico. Finalización del Proyecto Escuela Rural Carretera Austral - Acondicionamiento Térmico. Finalización del Proyecto Escuela Batalla del Roble (Bulnes) - Acondicionamiento Térmico. Realización de 18 diseños de proyectos de conservación, con foco en acondicionamiento térmico, para 3 Servicios Locales de Educación. Realización de 110 diseños de proyectos de conservación con foco en acondicionamiento térmico.	
	Energía Distrital	El Programa GEF 'Acelerando la Inversión en Sistemas de Energía Distrital Eficientes y Renovables en Chile' tiene como objetivo fomentar el desarrollo de la Energía Distrital[5] en Chile a través de cuatro componentes: Establecimiento de la Oficina Nacional de Energía Distrital (ONED). Demostración de la factibilidad financiera de proyectos de Energía Distrital. Diseño y habilitación de un marco regulatorio a nivel nacional y local. Formación y difusión de resultados para fortalecer el mercado. Se han publicado guías para apoyar a las distintas entidades en la implementación de este tipo de proyectos.	3 municipios y los edificios que se considera conectar a los proyectos.	Entrega de insumos para la toma de decisiones y el desarrollo de la energía distrital en el país.

[5] Corresponde a la distribución de energía térmica, a través de redes de distribución generalmente soterradas, obtenida mediante una o varias plantas de generación de energía térmica conectadas a la misma red, para otorgar el servicio de calefacción, acondicionamiento térmico de espacios y calentamiento de agua sanitaria, a un conjunto de clientes o consumidores ubicados en edificaciones o inmuebles dentro de un área determinada (Ministerio de Energía, 2024).

Continuación tabla 6

Áreas de Ejecución	Iniciativa	Objetivo General	Actividades realizadas	Beneficiarios
Movilidad Sostenible e Hidrógeno Verde	Aceleradora de Electromovilidad	Busca apoyar a organizaciones públicas y privadas en dar los primeros pasos hacia la electromovilidad. Actualmente, se está desarrollando la quinta versión de la Aceleradora.	10 organizaciones públicas y empresas asesoradas	Organizaciones del sector público y privado con posibilidades de electrificar sus flotas en el corto plazo.
	Giro Limpio	Programa de Transporte de Carga Eficiente, cuyo objetivo es que el transporte de carga carretero nacional sea más eficiente, competitivo y sustentable en términos ambientales y económicos. El programa certifica y reconoce los esfuerzos realizados por las empresas de transporte en el ámbito de la sustentabilidad y eficiencia energética. Además, certifica a las empresas generadoras de carga que prefieren a los transportistas certificados, mejorando así el desempeño energético y ambiental de su cadena de valor.	184 empresas certificadas Giro Limpio	Empresas transportistas, generadoras de carga y operadores logísticos.
Eficiencia Energética Residencial	Sello Calidad de Leña	Está dirigido a comerciantes desde la Región de O'Higgins hasta la Región de Aysén, que cuenten con un proceso que asegure el cumplimiento de estándares de calidad en la leña que comercializan. Entre estos estándares se incluyen el cumplimiento de la normativa tributaria y forestal, así como la venta de leña seca y de dimensiones estandarizadas, entre otros.	44 nuevos productores y comercializadores de leña certificados, 293 vigentes a la fecha	En 2022, el área de Eficiencia Energética Residencial atendió a 499 beneficiarios a través de los programas Sello Calidad de Leña, Piloto de Calefacción Eléctrica, Leña Más Seca – Maquinaria, Leña Más Seca y Centros Integrales de Biomasa.
	Leña Más Seca	Promover la participación de la ciudadanía y la comunidad organizada en la acción climática, contribuyendo al desarrollo sostenible de sus territorios. Esto incluye incrementar la oferta de leña que cumpla con estándares de calidad, mediante la inversión en infraestructura, maquinaria y formación de capacidades.	Se completan 64 entregas de maquinarias a beneficiarios	

Continuación tabla 6

Áreas de Ejecución	Iniciativa	Objetivo General	Actividades realizadas	Beneficiarios
Industria y Mercados para la Eficiencia Energética y el Cambio Climático	Ponle Energía a tu Pyme	Para cofinanciar a las MiPyMEs de todo Chile en la implementación de proyectos de eficiencia energética y energías renovables para el autoconsumo.	- 405 proyectos de eficiencia energética, energías renovables y electromovilidad.	En 2022, el área de Industria y Mercados para la Eficiencia Energética y el Cambio Climático atendió a 630 beneficiarios a través de los programas Registro Energético, Unidad de Asistencia Técnica y Validación de Proyectos de EE, Formación de Gestores Energéticos Profesionales, Sello de Excelencia Energética e Implementación y Certificación de Sistemas de Gestión de la Energía.
	Sello de Excelencia Energética	Busca identificar y premiar anualmente a organizaciones líderes que, a través de las iniciativas presentadas, han logrado reducir sus costos energéticos, aumentar su competitividad y productividad, así como disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y promover buenas prácticas.	- 35 instalaciones selladas, pertenecientes a 25 organizaciones.	
	Gestiona Energía MiPyMEs	Es una iniciativa cuyo objetivo es asistir técnicamente a micro, pequeñas y medianas empresas para mejorar su gestión energética. La plataforma incluye un evaluador de medidas de eficiencia energética y permite a las empresas obtener un diagnóstico energético gratuito de sus instalaciones."	- 25 empresas recibieron informe con el diagnóstico energético de sus instalaciones.	
	Sistemas de Gestión de la Energía ISO 50001	Contempla el cofinanciamiento para la implementación y certificación de Sistemas de Gestión Energética (SGE) basados en la norma ISO 50001. Este apoyo ayuda a las empresas beneficiarias a desarrollar y establecer los procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía, con el objetivo de fomentar la mitigación de gases de efecto invernadero.	- 13 sistemas de gestión implementados en proceso de certificación en grandes consumidores.	
			- 4 sistemas de gestión en proceso de implementación en PYMEs.	
	Formación de Capital Humano	Contempla el cofinanciamiento para la implementación y certificación de Sistemas de Gestión Energética (SGE) basados en la norma ISO 50001. Este apoyo ayuda a las empresas beneficiarias a desarrollar y establecer los procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía, con el objetivo de fomentar la mitigación de gases de efecto invernadero.	- 104 profesionales capacitados como Industrial Energy Manager.	
			- 70 personas capacitadas como gestores energéticos en instalaciones de bajo consumo en la Región Metropolitana.	

Continuación tabla 6

Áreas de Ejecución	Iniciativa	Objetivo General	Actividades realizadas	Beneficiarios
Energías Renovables	Casa Solar	"Programa del Ministerio de Energía ejecutado por la AgenciaSE. Su objetivo es avanzar hacia una matriz carbono neutral, masificando las instalaciones de sistemas fotovoltaicos residenciales de 1 y 2 kWp a través de la compra agregada. El programa busca reducir el gasto en la cuenta de electricidad, fomentar el desarrollo de la generación distribuida residencial, disminuir los precios del mercado mediante compras agregadas y concientizar sobre el buen uso de las energías renovables. Está dirigido a familias de clase media cuyas viviendas tengan un destino habitacional. La estimación del ahorro anual para los sistemas de 1 y 2 kWp es de $150.000 y $300.000, respectivamente. El programa Casa Solar se divide en dos llamados que beneficiarán a 4.799 familias. El primer llamado ha beneficiado a 2.829 hogares en 24 comunas de Chile y culminará durante 2023. El segundo llamado beneficiará a 1.970 hogares en 50 comunas de Chile y finalizará durante 2024."	- Se instalan 2.127 sistemas solares fotovoltaicos en viviendas. - De estos, 1.762 se conectan a la red. - Se seleccionan 1.966 beneficiarios para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en viviendas.	En 2022, el área de Energías Renovables atendió a 108 beneficiarios a través de los programas Casa Solar y Techos Solares Públicos.
	Techos Solares Públicos	"A través de este programa se busca implementar soluciones integrales de energización con el objetivo de mejorar el acceso, la calidad y la seguridad del suministro energético en establecimientos educacionales ubicados en sectores rurales, aislados y/o vulnerables."	- Se termina con la conexión a la red de 15 sistemas solares fotovoltaicos en jardines infantiles.	
Desarrollo Territorial	Comuna Energética	Programa que busca contribuir a mejorar la gestión energética y fomentar la participación de los municipios y actores locales para la generación e implementación de iniciativas integrales de energía sostenible con enfoque territorial en las comunas de Chile. Comuna Energética promueve de manera sistemática el desarrollo energético local sostenible y el fortalecimiento de la gestión energética municipal, con el objetivo de avanzar en la mitigación del cambio climático, aumentar la resiliencia de los territorios e impulsar la competitividad y productividad del sector energético.	- 108 comunas adheridas (en 16 regiones).	En 2022, la Oficina Temática de Desarrollo Territorial atendió a 246 beneficiarios a través de los programas de Asistencia Técnica a Municipios en Gestión Energética Local, Desarrollo de Estrategias Energéticas Locales, Comunidad Energética y Sello Comuna Energética
	Estrategias Energéticas Locales	"Instrumento de planificación y gestión energética a escala local, diseñado para que los municipios puedan analizar su diagnóstico energético, estimar el potencial de energía renovable y eficiencia energética disponible en su territorio, y definir una visión energética para la acción local. Además, busca involucrar de manera activa a la comunidad en el desarrollo energético de la comuna."	- 21 Estrategias Energéticas Locales elaboradas en 2022 (70 en total).	

Continuación tabla 6

Áreas de Ejecución	Iniciativa	Objetivo General	Actividades realizadas	Beneficiarios
Desarrollo Territorial	Incuba Energía Sostenible	"Esta iniciativa tiene como objetivo efectuar un llamado público para convocar a los interesados a presentar propuestas, de acuerdo con las bases establecidas, para que la AgenciaSE contrate el servicio de diseño de proyectos integrales de energía sostenible para municipios de Chile. Esta convocatoria busca: Realizar un diagnóstico de la infraestructura municipal y determinar la implementación energética a diseñar. Desarrollar el diseño de ingeniería de un proyecto integral de energía sostenible. Validar y ajustar el diseño del proyecto con actores locales mediante un proceso participativo. Asesorar al municipio para la postulación del proyecto a fondos regionales."	- 12 nuevos diseños integrales de proyectos de energía sostenible a escala local.	
	Comunidad Energética	"Comunidad Energética tiene como objetivo apoyar la implementación de iniciativas de los planes de acción de las comunas, mediante la promoción de soluciones energéticas y asociativas que reduzcan las brechas energéticas en comunidades en situación de vulnerabilidad."	- 9 proyectos de acción energética local con foco en pobreza energética.	
	Asistencia técnica a municipios en gestión energética local	"La asistencia técnica a municipios en gestión energética local tiene como objetivo proporcionar asesoría a los municipios para la implementación de acciones de sostenibilidad energética en sus territorios."	- 166 comunas con asistencia técnica para la implementación de proyectos.	
	Sello Comuna Energética	Sello Comuna Energética tiene como objetivo certificar y reconocer la gestión energética local que realizan los municipios en sus territorios. El objetivo de este proceso de certificación consiste en asesorar, evaluar y calificar la gestión energética de una comuna, entendiendo esta como la capacidad de un municipio para planificar, desarrollar e implementar iniciativas que promuevan la descentralización energética, la eficiencia en el uso de la energía y la incorporación de las energías renovables, en colaboración con los distintos actores del sector público, privado y la sociedad civil.	- 22 comunas con Sello de Comuna Energética.	

Continuación tabla 6

Áreas de Ejecución	Iniciativa	Objetivo General	Actividades realizadas	Beneficiarios
Educación y Género	Educa Sostenible	El objetivo de Educa Sostenible es contribuir al proceso educativo y formativo, y a la generación de espacios de colaboración con enfoque de género e intercultural, para que las comunidades educativas promuevan la sostenibilidad energética desde una perspectiva global, nacional y local. Esta iniciativa cuenta con tres servicios: Programa, Red y STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics). Sus beneficiarios son las comunidades educativas, específicamente: directivos, coordinadores/as, jefes/as de UTP, educadores/as, técnicos/as de educación parvularia, docentes y asistentes de la educación, así como niños, niñas, jóvenes y familias.	- Realización del Tren de la Energía.	En 2022, la Oficina Temática de Educación y Género atendió a 393 beneficiarios en los programas Educa Sostenible y Vivo Eficiente, a través del desarrollo de pilotos y capacitaciones a educadoras, educadores, docentes y a familias de Magallanes.
			- Realización de la Iniciativa Suma Tu Energía.	
			- Lanzamiento de la Serie Álex y Rayo.	
	Vivo Eficiente	La iniciativa, que finalizó su implementación en 2022, fue financiada por el Gobierno Regional de Magallanes, desarrollada por la Seremi de Energía junto con la AgenciaSE, y ejecutada por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Benefició a 150 familias en las comunas de Timaukel, Primavera, Porvenir y Puerto Natales durante su último ciclo, pero alcanzó a más de 500 hogares a lo largo de sus tres etapas de implementación, en todas las provincias de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena.	- Cierre del programa Vivo Eficiente.	
Estudios y Evaluación de Programas	Chile Medido CES	Mecanismo para la certificación de ahorros energéticos generados en un período de tiempo específico, como consecuencia de la implementación de un proyecto energético. Esta certificación está diseñada para que empresas, instituciones y organismos similares, que cuenten con proyectos energéticos en sus instalaciones, puedan validar, mediante una metodología estandarizada, las reducciones de consumo reales como consecuencia de su implementación. Actualmente se realizan las siguientes certificaciones: Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos (CAPE).Certificado de reducción de emisiones en electromovilidad (e-CAPE)	- 10 instituciones atendidas.	En 2022, la Oficina Temática de Estudios y Evaluación de Programas atendió a 41 beneficiarios a través de los programas Chile Medido Certificación Edificios Sustentables (CES), Chile Medido Gestiona Energía, Chile Medido Producto N°4 del proyecto EUROCLIMA y evaluación de programas de la AgenciaSE
	Chile Medido Gestiona Energía	Consiste en sistemas de gestión de información energética que permiten a las instituciones públicas medir y gestionar el uso de la energía. La plataforma Chile Medido funciona enlazada a la plataforma Gestiona Energía del Ministerio de Energía. Chile Medido - Gestiona Energía. Chile Medido - Producto N° 4 del Proyecto EUROCLIMA. › Chile Medido - Certificación Edificio Sustentable (CES).	- 16 instituciones atendidas.	
	Chile Medido EUROCLIMA		- 15 instituciones atendidas.	

Fuente: AgenciaSE (2023).

6.2.7 Comité Científico de Cambio Climático

El Comité Científico Asesor para el Cambio Climático es un órgano formalizado por el artículo 19 de la Ley 21.455, que establece su obligatoriedad como parte del marco normativo nacional para la gestión del cambio climático. Aunque el comité ya existía previamente, esta ley lo convierte en un ente permanente y mandatado por normativa para asesorar al Ministerio del Medio Ambiente en aspectos científicos relacionados con el cambio climático, particularmente en la elaboración, implementación y actualización de instrumentos de gestión climática. Sus funciones principales incluyen:

- Analizar y reportar anualmente los aspectos científicos vinculados al cambio climático, aportando una perspectiva de largo plazo para definir objetivos.
- Elaborar informes técnicos previos a instrumentos clave como la Estrategia Climática de Largo Plazo (artículo 5°), la Contribución Determinada a Nivel Nacional (artículo 7°) y las normas de emisión (artículo 14°), asegurando coherencia normativa y alineación con la evidencia científica actual.
- Colaborar en estrategias nacionales como la de desarrollo y transferencia de tecnología, facilitando la recopilación y análisis de datos climáticos, y la de creación y fortalecimiento de capacidades.
- Identificar tendencias globales en investigación y observación sistemática del clima para informar políticas públicas de acción climática.
- Proponer estudios y responder consultas formuladas por el Ministerio del Medio Ambiente en temas de cambio climático.
- El Comité asegura que las políticas climáticas de Chile estén respaldadas por la mejor evidencia científica, orientadas hacia objetivos de largo plazo y alineadas con compromisos internacionales como el Acuerdo de París.

El anterior comité científico asesor, llamado Comité Científico de Cambio Climático (C4), previo a la LMCC, fue creado en 2019 para coordinar las contribuciones de la comunidad científica en eventos internacionales, como la Cumbre de Acción Climática de la ONU y la COP25, organizada por Chile. Formalizado en octubre de 2020 por el MinCiencia, el C4 brindó asesoramiento en temas climáticos, analizando evidencia a nivel nacional e internacional y proponiendo recomendaciones para políticas públicas. Inicialmente, el comité incluyó expertos en diversas áreas, como clima, biodiversidad y energía, y su estructura fue complementada por mesas temáticas que reunieron a numerosos investigadores. Desde su inicio, jugó un papel clave en la generación de reportes basados en evidencia científica para apoyar estrategias climáticas, con el financiamiento de la Unión Europea hasta 2021 y la secretaría ejecutiva a cargo del MinCiencia hasta 2022 (MinCiencia, 2024).

El primer Comité Científico Asesor de Cambio Climático (C4) estuvo compuesto por los siguientes académicos:

- **Maisa Rojas** – Universidad de Chile / Actual Ministra del Medio Ambiente
- **Juan Carlos Muñoz** – Pontificia Universidad Católica de Chile / Actual Ministro de Transporte y Telecomunicaciones
- **Linda Daniele** – Universidad de Chile
- **Pablo Marquet** – Pontificia Universidad Católica de Chile
- **Anahí Urquiza** – Universidad de Chile
- **Elizabeth Wagemann** – Universidad Diego Portales
- **Paulina Aldunce** – Universidad de Chile
- **Alejandra Stehr** – Universidad de Concepción
- **Sebastián Vicuña** – Pontificia Universidad Católica de Chile
- **Humberto González** – Universidad Austral de Chile
- **Rodrigo Palma** – Universidad de Chile
- **Laura Farías** – Universidad de Concepción

El Comité Científico Asesor de Cambio Climático 2024[6] está compuesto por destacados investigadores en áreas como ecosistemas marinos, salud pública, energía renovable y gobernanza del agua. Sus trabajos abarcan desde la mitigación del cambio climático, la adaptación en ecosistemas terrestres y marinos, hasta la relación entre el cambio climático y la salud humana. El Comité Científico asesor se compone de los siguientes Integrantes:

- **Camila Fernández:** Especialista en ecosistemas marinos y cambio climático en la Universidad de Concepción.
- **Raúl Cordero:** Experto en climatología y eventos extremos de la Universidad de Santiago.
- **Lohengrin Cavieres:** Investigador en ecología de montaña y cambio climático de la Universidad de Concepción.
- **Sandra Cortés:** Especialista en salud pública y cambio climático de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- **Jorge Pérez Quezada:** Experto en flujos de carbono y ecosistemas terrestres de la Universidad de Chile.
- **Amaya Alvez Marín:** Investigadora en gobernanza del agua y derechos indígenas de la Universidad de Concepción.

[6] Todas las sesiones y las actas del comité se encuentran disponibles en: https://minciencia.gob.cl/areas/comite-cientifico-asesor-cambio-climatico/sesiones-comite/

- **Rodolfo Sapiains:** Psicólogo especializado en la percepción del cambio climático de la Universidad de Chile.
- **Camila Muñoz:** Experta en nutrición de rumiantes y emisiones de metano del Instituto de Investigación Agropecuarias.
- **Waldo Bustamante:** Especialista en diseño arquitectónico para eficiencia energética de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- **Elizabeth Lam Esquenazi:** Investigadora en fitorremediación y contaminación minera de la Universidad Católica del Norte.
- **Álex Godoy:** Especialista en energía renovable y biorremediación de la Universidad del Desarrollo.

En el período del reporte, se han generado varias publicaciones , como el Informe Previo de la Estrategia Climática de Largo Plazo, y sobre temáticas específicas asociadas a: desalinización, ventilación, soluciones basadas en la naturaleza, transformación, seguridad hídrica, océanos y oportunidades para una reactivación resiliente*.

6.2.8 Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID)

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) es la entidad encargada de administrar y ejecutar programas e instrumentos destinados a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en todas las áreas del conocimiento. Dependiente del MinCiencia, ANID es la sucesora de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). La ANID se organiza en cinco ejes estratégicos que agrupan sus programas e instrumentos para fomentar el desarrollo científico, tecnológico y la innovación:

- **Capital Humano:** contribuye al desarrollo de capital humano avanzado mediante el financiamiento de becas de postgrado en Chile y en el extranjero. Incluye:
  - Becas de posgrado en Chile (Magíster y Doctorado)
  - Becas Chile de postgrado en el extranjero
- **Centros:** coordina y financia un sistema nacional de centros para impulsar la investigación. Comprende:
  - Centros Basales
  - Anillos
  - Centros Fondap
  - Institutos Milenio
  - Núcleos Milenio
  - Centros Regionales
  - Fondequip
- **Redes, Estrategia y Conocimiento:** diseña e implementa mecanismos y estrategias para dinamizar la colaboración entre ciencia, industria, academia y sector público. Incluye:
  - Programa Nacional para el Desarrollo de la Astronomía y Ciencia Afines
  - Programa de Información Científica
  - Programa de Inserción
  - Programa de Cooperación Internacional
  - Programa Regional
- **Proyectos de Investigación:** fortalece la investigación para el desarrollo de la ciencia a nivel global y responde a las necesidades de los investigadores locales. Comprende:
  - Concurso Nacional de Proyectos Fondecyt Regular
  - Concurso de Iniciación en Investigación
  - Concurso de Fondecyt de Postdoctorado
- **Investigación Aplicada:** fomenta la investigación y la innovación en colaboración con el sector privado, la sociedad civil y/o el Estado. Se desarrolla a través del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef).

Otros programas asociados a estos ejes estratégicos incluyen:

- Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS)
- Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI)
- Programa de Cooperación Internacional (PCI)
- Programa de Investigación Asociativa (PIA)
- Programa Explora

A continuación, se presenta información elaborada por el equipo de Uso de Evidencia del Departamento de Políticas y Articulación del MinCiencia, recurriendo a datos de ANID y a publicaciones científicas indexadas. Su propósito es visibilizar los aportes estatales al desarrollo de investigación y desarrollo relacionados a la temática de cambio climático.

Foto: Natalia Neira

* https://minciencia.gob.cl/areas/comite-cientifico-asesor-cambio-climatico/

6.2.9 Investigaciones a nivel nacional relativas a cambio climático

En la Figura 13 se presenta a evolución temporal de los proyectos adjudicados relacionados con el cambio climático, destacando tanto la cantidad de proyectos como el monto total adjudicado en millones de pesos chilenos (millones de CLP). Se observa un incremento en el número de proyectos y montos adjudicados a partir de 2010, alcanzando picos significativos en años recientes, como 2023, donde se registraron 106 proyectos adjudicados.

En la Figura 14 se presenta la distribución de los montos adjudicados en millones de pesos chilenos ($MM) entre los diferentes programas relacionados con el cambio climático a lo largo del tiempo. Estos patrones reflejan una creciente inversión en la investigación científica, impulsada por programas como FONDECYT y PIA, los cuales concentran la mayor cantidad de adjudicaciones.

Foto: Daniela Madrazo

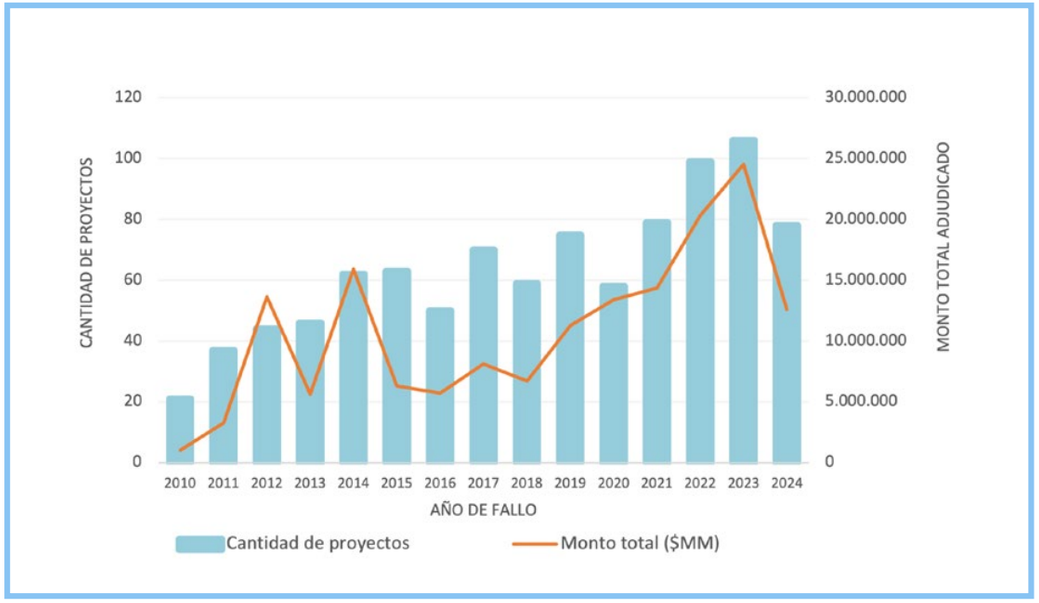


Figura 13. Evolución Temporal: cantidad de proyectos y monto adjudicado[7].

Fuente: datos compartidos por MInCiencia.

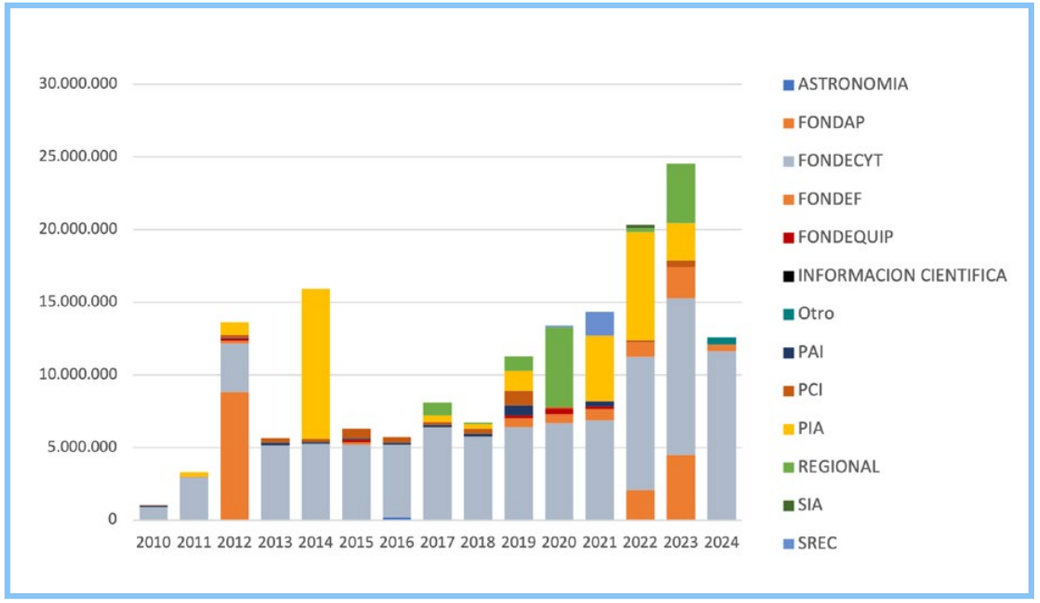


Figura 14. Distribución de montos adjudicados por programas a lo largo del tiempo[8].

Fuente: datos compartidos por MinCiencia.

[7] Se excluyen los proyectos clasificados en regiones "EXTRANJERO" y "SIN INFORMACIÓN".

[8] Se excluyen los proyectos clasificados en regiones "EXTRANJERO" y "SIN INFORMACIÓN".

Foto: Bryan Contreras

A continuación (Figura 16), se presenta la evolución temporal en el número de publicaciones relacionadas con sostenibilidad y cambio climático. Se observa un incremento sostenido en la producción científica, con picos significativos en años recientes como 2023 y 2024, lo que refleja un creciente interés y compromiso con estos temas.

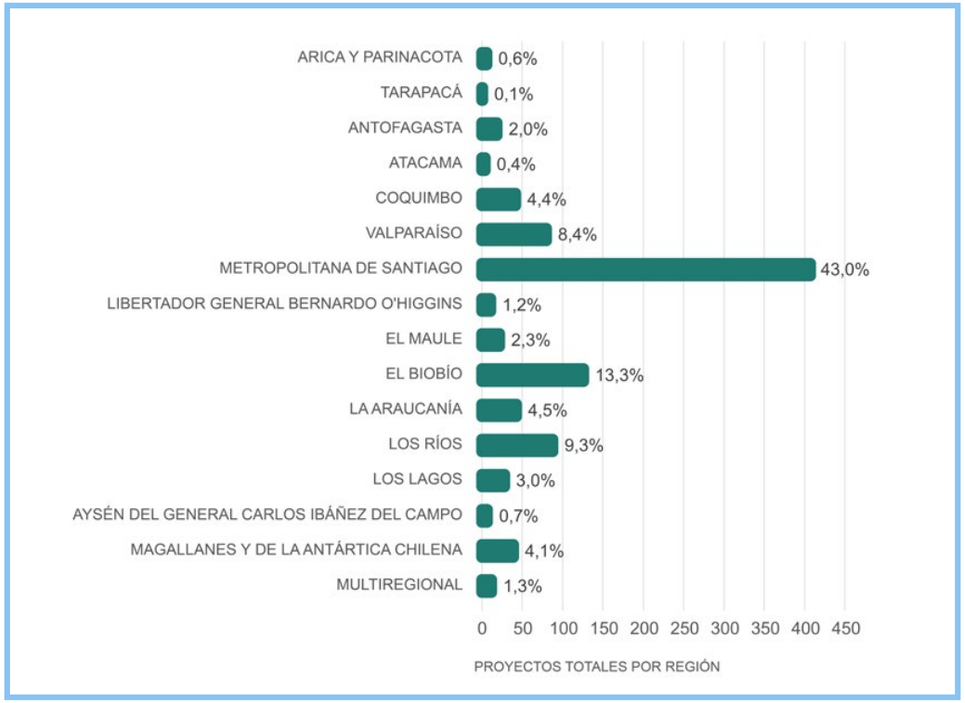


Figura 15. Distribución de Proyectos por Región.

Fuente: datos compartidos por MinCiencia.

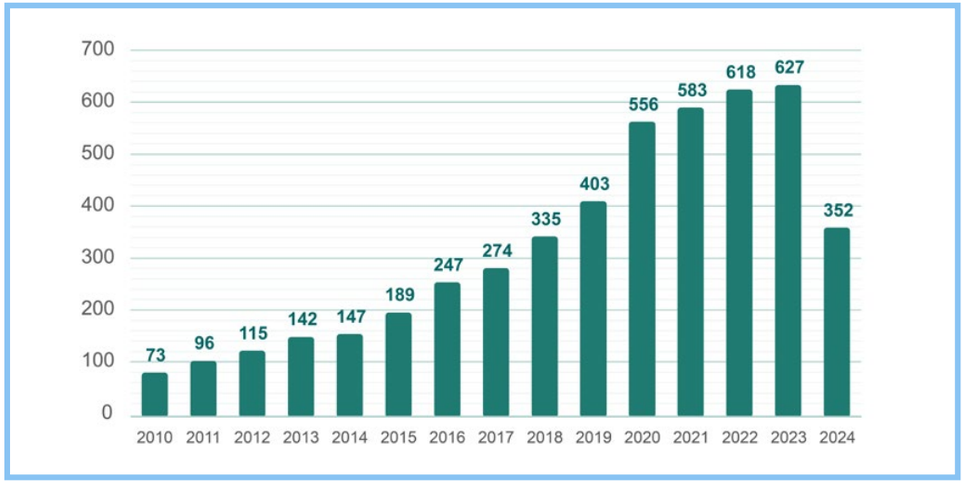


Figura 16. Evolución Temporal del Número de Publicaciones.

Fuente: datos compartidos por MinCiencia.

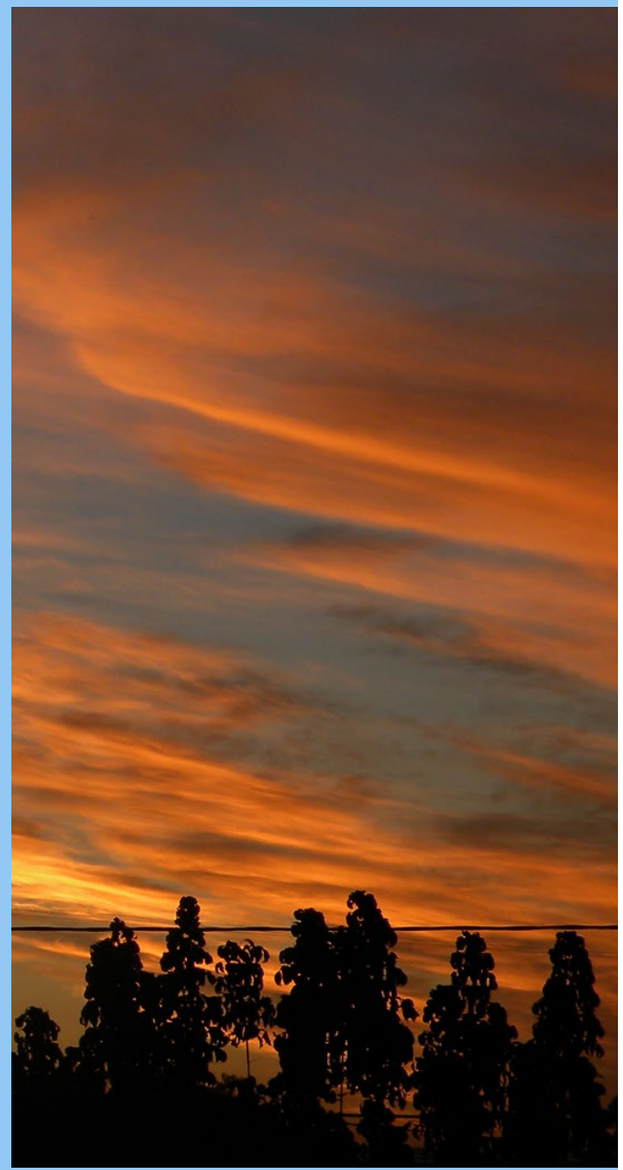


Foto: Fernando Medrano

La Figura 17, presenta la distribución relativa de los clasificadores del objetivo socioeconómico (OSE) en publicaciones científicas a lo largo del tiempo, expresada como porcentaje del total de publicaciones por año. Este enfoque permite identificar cambios en la relevancia de cada clasificador en relación con el conjunto total de investigaciones. Se observa que áreas como "Medioambiente" y "Agricultura" mantienen una presencia significativa y constante en los últimos años, mientras que otros clasificadores presentan fluctuaciones en su proporción relativa. Estas variaciones pueden reflejar el impacto de prioridades estratégicas, avances científicos o políticas de financiamiento específicas en cada periodo.

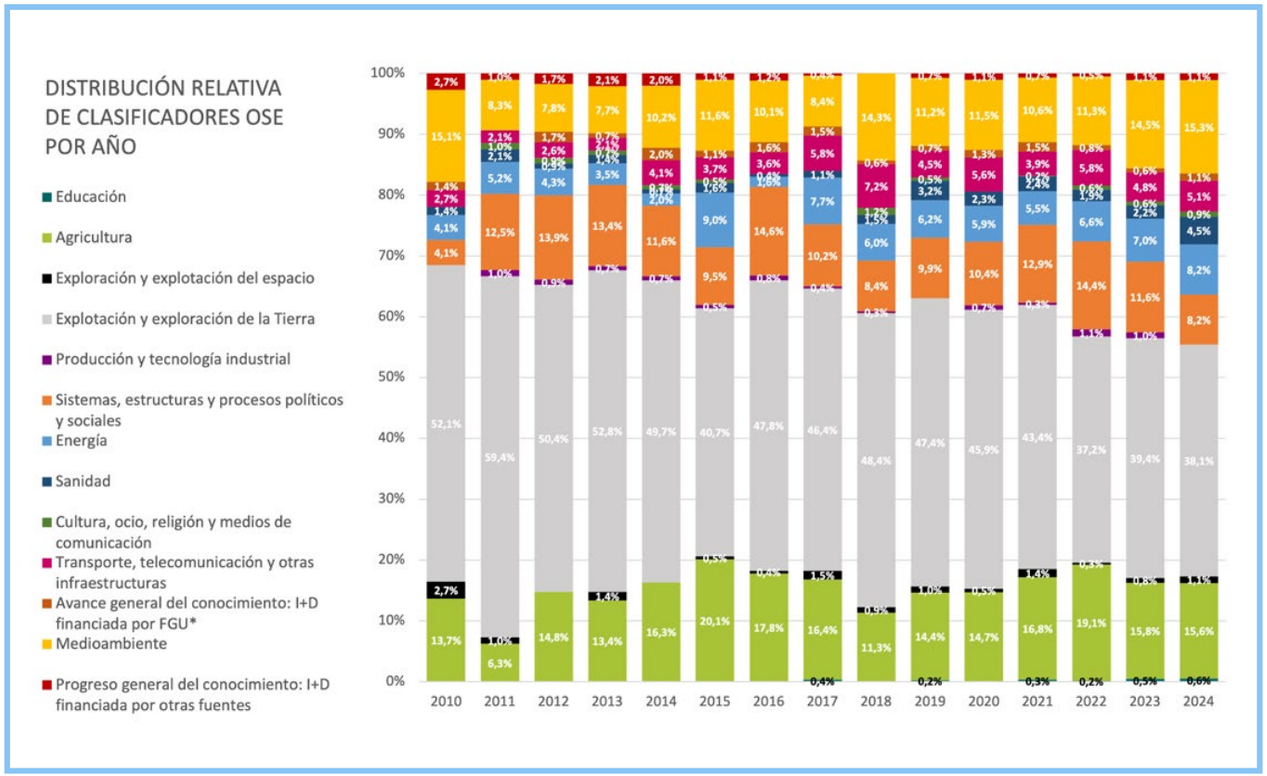


Figura 17. Distribución relativa de publicaciones científicas, en relación a los clasificadores OSE.

Fuente: datos compartidos por MinCiencia.

A continuación, en la Tabla 7 se presenta una muestra de trece proyectos de un total de 980 ejecutados durante el periodo 2021-2023, que fueron adjudicados por ANID entre 2020 y 2024.

Tabla 7. Algunos estudios y proyectos adjudicados por ANID entre 2020 y 2024 relacionados con el cambio climático.

Título	Institución	Programa	Año
Institutional causes and consequences of local efforts to reduce risk and adapt to extreme weather events	Universidad Austral de Chile	FONDECYT	2021
Towards a unified predictive framework to study thermal tolerance in ectotherms	Pontificia Universidad Católica de Chile	FONDECYT	2021
Codesign labs for climate change: commons governance and care in coastal areas of south central Chile	Universidad de Concepción	PIA	2021
Effects of climate change and anthropogenic disturbances on the redistribution of native and non-native plants across altitudinal and latitudinal gradients in the Chilean Andes	Universidad de Concepción	FONDECYT	2022
Projecting wildfires probabilities with land cover-use changes in optimistic and pessimistic climate scenarios	Universidad Austral de Chile	FONDECYT	2022
Semi-arid coastal basins as indicators of climate crisis adaptation (sacbad)	Pontificia Universidad Católica de Chile	PIA	2022
Multidisciplinary center for biotechnology and molecular biology for climate change adaptative in forest resources (cebioclif)	Universidad de Talca	PIA	2022
Chile El Niño: processes, predictability and evolution in a warmer climate	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas	FONDECYT	2022
Deciphering the molecular strategies of different extremophile fungal endophytes to improve plants performance under drought and heat stress conditions	Universidad de Talca	FONDECYT	2023
Relating geodiversity to different measures of biodiversity in Chile under climate change: a multi-scale approach for plant conservation	Universidad de Chile	FONDECYT	2023
CO2 bioconversion for alleviating climate change: focus on microbial consortium and co-cultures studies	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	PCI	2023
Design research for disaster and climate change resilience on the coasts of Chile	Universidad Técnica Federico Santa Maria	PCI	2023
Predicting emerging wildfire hazards for climate change adaptation strategies	Universidad Adolfo Ibáñez	PCI	2023

Fuente: ANID (2024).

6.2.10 Centros de investigación apoyados por la ANID

A continuación, se presentan los diferentes programas que han apoyado el funcionamiento de diversos Centros de Investigación relacionados con el cambio climático durante el periodo 2020-2024. Cabe mencionar que algunos de ellos fueron creados antes de 2020.

6.2.10.1 Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (Fondap)

El Fondap fue creado en 1997 con el fin de articular la actividad de grupos de investigadores con productividad demostrada en áreas del conocimiento importantes para el país, en las cuales la ciencia básica nacional ha alcanzado un alto nivel de desarrollo. Financia centros de investigación científica de excelencia por un periodo 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 la difusión de los resultados de investigación a la comunidad científica y a la sociedad.

6.2.10.2 Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo también cuenta con el Programa Regional, instaurado en el año 2000, para permitir la creación de centros regionales de desarrollo científico y tecnológico a lo largo de 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 prioritarios para el país.

Es relevante su facultad de crear los Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica, con un financiamiento compartido con los Gobiernos Regionales y recursos valorados de las instituciones de investigación existentes en la región (principalmente universidades e institutos tecnológicos), 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 hasta la fecha ha contribuido a la investigación nacional en la materia.

6.2.10.3 Programa de Investigación Asociativa (PIA)

Surgió en 2009 con el propósito de coordinar diversos instrumentos e iniciativas de apoyo a la investigación asociativa y a la promoción de centros de investigación de excelencia. El PIA tiene como misión promover la articulación y asociación entre investigadores, junto con su vinculación con otros actores nacionales e internacionales, fomentando la creación y consolidación de grupos y centros científicos y tecnológicos (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile, 2020). Existen diversos centros de investigación que tienen relación directa con cambio climático, los cuales se detallan en la Tabla 8.

6.2.10.4 Iniciativa Científica Milenio

La Iniciativa Científica Milenio, fundada en 1999, financia y apoya centros de investigación de excelencia en las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Los Centros Milenio son adjudicados a través de concursos públicos por un comité de investigadores internacionales de alto nivel, independientes de los postulantes. Existen Institutos Milenio y Núcleos Milenio, que se diferencian principalmente por la cantidad de investigadores, los periodos de financiamiento y el monto de financiamiento.

Hasta la fecha, ha financiado la creación de alrededor de 140 centros de investigación. Actualmente, se encuentran vigentes los siguientes centros, cuyas investigaciones se relacionan directamente con el cambio climático:

Cabe señalar que este panorama cambiará durante 2025 debido a la adjudicación de los concursos de Centros de Investigación Aplicada 2025, Institutos Milenio en Ciencias Naturales y Exactas 2025, Institutos Milenio en Ciencias Sociales 2025, Centros Tecnológicos para la Innovación 2025 y Centros de Investigación de Interés Nacional 2025.

Asimismo, la Unidad de Uso de Evidencia del MinCiencia está trabajando en un mapa de temas de investigación realizados en el país para fines de este año.

Foto: Nicolás Smith D.

6.2.10.5 Listado de centros Financiados por ANID

A continuación, en la Tabla 8, se presentan los centros financiados por ANID, junto con los fondos que los financian, institución albergante o patrocinante, entre otros datos:

Tabla 8. Centros de investigación financiados por ANID.

Nombre	Institución patrocinante	Página web	Año de creación	Fondos ANID otorgados
Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA)	Universidad de Chile	https://www.cega-uchile.cl/en/	2011	Fondap y PIA
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2	Universidad de Chile	http://www.cr2.cl/	2012	Fondap
Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)	Pontificia Universidad Católica de Chile	https://www.cedeus.cl/	2012	Fondap
Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)	Pontificia Universidad Católica de Chile	https://www.cigiden.cl/	2012	Fondap
Fraunhofer Center for Solar Energy Technologies (Fraunhofer Chile)	Fundación Fraunhofer Chile Research	www.fraunhofer.cl	2023	Fondap
Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR)	Universidad de Concepción	https://www.incar.cl/	2014	Fondap
Centro de Investigación en Energía Solar (SERC-CHILE)	Universidad de Chile	http://serc.cl/	2014	Fondap
Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)	Universidad de Concepción	https://www.crhiam.cl/	2014	Fondap
Centro para el Estudio del Conflicto y la Cohesión Social (COES)	Pontificia Universidad Católica de Chile	https://coes.cl/	2013	Fondap
Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL)	Universidad Austral de Chile	https://centroideal.cl/	2015	Fondap
Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA)	Universidad de Magallanes, Instituto Antártico Chileno, Instituto de Fomento Pesquero	https://www.cequa.cl	2002	Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica
Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	http://www.ceaza.cl/	2003	Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica
Centro de Investigaciones de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)	Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Montana, Universidad de Siena, Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	http://www.ciep.cl/	2005	Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica
Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH)	Universidad Arturo Prat, Minera Doña Inés de Collahuasi, Minera BHP-Billiton Cerro Colorado, CONADI	Sin información	2009	Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura y los Territorios Rurales (CERES)	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Fundación Educacional de Asistencia Técnico Profesional de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	https://www.centroceres.cl/	2012	Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica
Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPAS) Oriental	Universidad de Concepción (principal), Universidad Austral de Chile (asociada)	www.sur-austral.cl	2002	PIA

Continuación tabla 8

Nombre	Institución patrocinante	Página web	Año de creación	Fondos ANID otorgados
Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	www.ieb-chile.cl	2008	PIA e Iniciativa Científica Milenio
Centro de Modelamiento Matemático (CMM)	Universidad de Chile	www.cmm.uchile.cl	2000	PIA
Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES)	Pontificia Universidad Católica de Chile (principal), Universidad Adolfo Ibáñez (asociada)	www.capes.cl	2013	PIA
Center for Ocean Technology and Instrumentation	Universidad de Concepción	Sin información	2021	PIA
Centro de Estudios Científicos (CECS)	Centro de Estudios Científicos de Santiago	http://www.cecs.cl/	1984	PIA
Centro Cabo de Hornos (CHIC)	Universidad de Magallanes	https://capehorncenter.com/	2021	PIA
Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería	Universidad de Chile (Principal), Pontificia Universidad Católica de Chile (Asociada)	https://isci.cl/	2008	PIA
Instituto Milenio de Oceanografía Integrativa (IMO)	No posee	https://www.imo-chile.com/	2013	Iniciativa Científica Milenio
Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI)	Universidad Católica del Norte	www.esmoi.cl	2013	Iniciativa Científica Milenio
Núcleo Milenio Centro para el Estudio de Forzantes Múltiples sobre Sistemas Socio-ecológicos Marinos (MUSELS)	Universidad de Concepción	www.eula.cl/musels	2013	Iniciativa Científica Milenio
Núcleo Milenio Paleoclima	Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile	www.paleoclima.cl	2017	Iniciativa Científica Milenio
Núcleo Milenio de Investigación en Energía y Sociedad (NUMIES)	Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad Diego Portales, Universidad Alberto Hurtado, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de la Frontera, Universidad Austral de Chile y Universidad de Santiago de Chile	www.numies.cl	2017	Iniciativa Científica Milenio
Núcleo Milenio Centro para el Impacto Socioeconómico de las Políticas Ambientales (CESIEP)	Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Talca y la Universidad de Concepción	https://investigacion.agronomia.uc.cl/unidades-de-investigacion/cesiep	2017	Iniciativa Científica Milenio
Núcleo Milenio de Ecología Histórica Aplicada para los Bosques Áridos (AFOREST)	Universidad de Tarapacá, Universidad Arturo Prat, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Católica de Temuco, Pontificia Universidad Católica de Chile.	https://aforest.cl/	2022	Iniciativa Científica Milenio
Instituto Milenio Biodiversidad de Ecosistemas Antárticos y Subantárticos (BASE)	Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Concepción, Universidad Austral de Chile, Universidad de Magallanes	https://institutobase.cl/	2021	Iniciativa Científica Milenio
Instituto Milenio de Investigación de Riesgo Volcánico (CKELAR-Volcanes)	Universidad Católica del Norte, Universidad de Concepción, Universidad de Chile	https://ckelar.org/	2022	Iniciativa Científica Milenio
Millennium Nucleus in Andean Peatlands (AndesPeat)	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Concepción, Universidad Diego Portales, Universidad de Tarapacá	https://andespeat.cl/	2022	Iniciativa Científica Milenio
Millennium Nucleus for the Development of Super Adaptable Plants (MN-SAP)	Universidad Andrés Bello, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad de Talca	https://mnsap.cl/	2021	Iniciativa Científica Milenio
Millennium Nucleus Upwell: Understanding Past Coastal Upwelling System and Environmental Local and Lasting Impacts	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Universidad de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Chile	https://www.upwell.cl/	2019	Iniciativa Científica Milenio

Fuente: (ANID, 2024).

6.2.11 Principales Centros Nacionales de Investigación en áreas ligadas al Cambio Climático

A continuación, se presentan diversos Centros Nacionales de Investigación que se desarrollan en áreas ligadas al cambio climático junto a una tabla con algunos de los proyectos que han desarrollado, seleccionados y extraídos de las páginas web de cada centro, siendo elegidas las primeras publicaciones relacionadas a cambio climático por año, que surgieran de las listas publicadas.

6.2.11.1 Centro Cabo de Hornos (CHIC)

El Centro Internacional Cabo de Hornos para Estudios de Cambio Global y Conservación Biocultural (CHIC) es el primer centro de investigación de excelencia en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Nacido bajo el Programa de Conservación Biocultural Subantártica el 2021, el CHIC busca continuar con más de 20 años de investigación científica.

Este centro surge de un consorcio liderado por la Universidad de Magallanes e integrado por varias universidades chilenas: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad Central, Universidad de Talca, Universidad Católica de Temuco, Universidad de Los Lagos y el Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP). Además, cuenta con una red internacional coordinada por la Universidad de North Texas, en Estados Unidos.

Tabla 9. Proyectos desarrollados por el CHIC.

Título	Año
Global wood anatomical perspective on the onset of the Late Antique Little Ice Age (LALIA) in the mid-6th century CE	2021
Implications of the use of plastic shelters in the initial performance of Nothofagus pumilio plantations in Torres del Paine National Park	2022
How do land cover changes affect carbon-nitrogen-phosphorus stocks and the greenhouse gas budget of ecosystems in southern Chile?	2022
Mountain social-ecological resilience requires transdisciplinarity with Indigenous and local worldviews	2023
Linking people and riparian forests: a sociocultural and ecological approach to plan integrative restoration in farmlands	2023
Tourism and Conservation-based Development in the Periphery Lessons from Patagonia for a Rapidly Changing World	2023

Fuente: CHIC (2024)[9].

6.2.11.2 Centro Cambio Global UC (CCG-UC)

El Centro de Cambio Global UC fue la primera iniciativa al alero de una casa de estudios nacional, con dedicación exclusiva al análisis de los temas asociados al cambio global en el país. Surge en 2009 de la colaboración entre cinco facultades de la Pontificia Universidad Católica de Chile: Agronomía e Ingeniería Forestal, Ciencias Biológicas, Ingeniería, Ciencias Económicas y Administrativas, e Historia, Geografía y Ciencia Política. Su objetivo es desarrollar investigación básica y aplicada que aborde tanto las dimensiones biofísicas como humanas del cambio global.

La visión del Centro es liderar transformaciones necesarias en Chile y Latinoamérica para enfrentar los desafíos del cambio global. Su misión se centra en generar y transferir conocimiento interdisciplinario, formar agentes de cambio y colaborar con diversos actores para contribuir al desarrollo sustentable de la sociedad.

Para lograr sus metas, el Centro de Cambio Global UC tiene tres objetivos principales: generar conocimiento para fortalecer la capacidad de respuesta ante el cambio global, establecer vínculos con el sector público y privado para promover el desarrollo sustentable, y comunicar y difundir sus resultados para generar conciencia sobre la mitigación y adaptación al cambio global.

Tabla 10. Proyectos desarrollados por el CCG-UC.

Título	Año
Diseño estratégico de proyecto de evaluación de soluciones basadas en la naturaleza para Chile	2020
Present-day and future climate over central and South America according to CMIP5/CMIP6 models.	2021
Planetary boundaries and Veterinary Services	2021
Assessing tradeoffs in the design of climate change adaptation strategies for water utilities in Chile	2022
Desarrollo de herramientas para el análisis de Salares y cuencas costeras y su aplicación para el desarrollo del Plan Estratégico De Gestión Hídrica en la cuenca del Salar de Atacama	2022
Modelación y estimación de costos para explorar oportunidades de mitigación más allá de la NDC de Chile	2023

Fuente: CCG-UC (2024)[10].

[9] https://capehorncenter.com/articulos-cientificos-2-0/

[10] https://cambioglobal.uc.cl

6.2.11.3 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)

El **Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)** es un centro de investigación interdisciplinario que reúne a científicos de las ciencias sociales y naturales para estudiar los efectos del cambio climático en los ecosistemas y la sociedad chilena. Fundado en 2013 y financiado por el programa Fondap de ANID, el CR2 está compuesto por investigadores de la **Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.**

En su primer ciclo (2013-2017), el CR2 se centró en la comprensión del sistema climático y su impacto en Chile, contribuyendo a la adaptación y mitigación del cambio climático. En su segundo ciclo (2018-2023), el centro asumió un papel más activo en el desarrollo sostenible del país, alineándose con los objetivos del Acuerdo de París.

Para el periodo 2024-2025, el CR2 tiene como meta expandir su investigación a Sudamérica, incluyendo el territorio antártico, para establecer una proyección regional más amplia.

Foto: Pilar Pérez

Tabla 11. Proyectos desarrollados por el (CR2).

Título	Año
Mitigación de carbono negro en la actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada de Chile	2020
Observatorio de Carbono Neutralidad	2021 - 2023
Race to Resilience - Etapa 1	2021 - 2024
Tree-ring distinctness, dating potential and climatic sensitivity of laurel forest tree species in Tenerife Island	2022
Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century	2022
Programa de fortalecimiento de capacidades regionales y locales para la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático	2023-2024
Atmospheric blocking and temperatures in the Antarctic Peninsula	2024

Fuente: (CR)2 (2024)[11].

6.2.11.4 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)

El **Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)** es un centro de investigación de excelencia financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) a través del programa FONDAP. Fundado en 2013, es una colaboración entre la **Pontificia Universidad Católica de Chile** y la **Universidad de Concepción**.

Su principal objetivo es comprender las dinámicas urbanas y los procesos de toma de decisiones para mejorar de manera equitativa y sostenida la calidad de vida en las ciudades chilenas, considerando los límites biofísicos y las demandas sociales.

CEDEUS define el **desarrollo urbano sustentable** como un proceso en el que las comunidades crecen de manera armónica, beneficiando tanto a las generaciones presentes como futuras. Su **misión** es generar conocimiento interdisciplinario para fortalecer las políticas y prácticas de desarrollo urbano sustentable en Chile. Su **visión** es convertirse en el referente nacional e internacional en investigación, formación e innovación en este ámbito.

Tabla 12. Proyectos desarrollados por el CEDEUS.

Título	Año
Effects of biodiversity in green roofs and walls on the capture of fine particulate matter	2021
Measuring operational and quality-adjusted efficiency of Chilean water companies	2022
Mapping Coastal Wetlands Using Satellite Imagery and Machine Learning in a Highly Urbanized Landscape	2022
Energy efficiency of drinking water treatment plants: A methodological approach for its ranking	2023
Conflictos y oportunidades para la creación de espacios urbanos sustentables en la Estación Intermodal Lo Ovalle, La Cisterna	2023
Landscape management is urgently needed to address the rise of megafires in South America	2023
Revealing spatial (in)justice: exploring the dynamics of triple spatiality in Chile and its impact on the generation of spatial barriers to social rights	2024
Decálogo para la sustentabilidad urbana: propuestas de política pública desde la investigación 2013-2023	2024

Fuente: CEDEUS (2024)[12].

[11] https://www.cr2.cl

[12] https://www.cedeus.cl

6.2.11.5 Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES)

El **Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES)**, fundado en 2014 y albergado por la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad Adolfo Ibáñez como asociada, tiene como misión realizar investigación aplicada en temas ambientales clave para el desarrollo sustentable de Chile. Con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), CAPES busca mejorar los estándares ambientales y promover transformaciones políticas en los sistemas socio-ecológicos, trabajando tanto con el sector público como privado.

A través de siete líneas de investigación, que incluyen áreas como rehabilitación de suelos, bioingeniería, cambio global y gestión sustentable de recursos naturales, CAPES aborda temas de relevancia nacional e internacional, como minería, energía, agricultura, calidad del agua y cambio climático. Colabora con más de 200 investigadores de distintas universidades chilenas y mantiene asociaciones con instituciones públicas, empresas y comunidades locales, con un enfoque interdisciplinario y de transferencia de conocimiento.

Foto: Ilenia Donoso

Tabla 13. Proyectos desarrollados por el CAPES.

Título	Año
Desarrollo de modelos fisiológicos para plagas de importancia de la agricultura chilena bajo escenarios climáticos y futuros	2018 - 2022
Disentangling the role of phenotypic plasticity and mutualistic interactions in the rhizosphere: plant-growth promoting bacteria as drivers of plant adaptive evolution	2019 - 2023
Levels of biological integration, thermal performance and ectotherm responses to changing environments	2019 - 2023
Transferencia acciones prediales en fruticultura sustentable	2020 - 2023
Restauración de formaciones xerofíticas de la zona preandina semiárida de Chile, Región de Coquimbo	2021 - 2023
Analysis of molecular mechanisms of arabidopsis defense against specialist (B. brassicae) and generalist (M. persicae) aphids using a transcriptional network-based gwas approach	2021 - 2025
Evaluating the nutritional quality and organoleptic characteristics of molluscs in a more acidic ocean and its effects on consumer preference and behaviour	2021 - 2024

Fuente: CAPES (2024) [13].

6.2.11.6 Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

El **Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)** es un centro regional de investigación científica y tecnológica fundado en 2003 en la región de Coquimbo. Nació a partir de un proyecto conjunto entre la **Universidad de La Serena (ULS)**, la **Universidad Católica del Norte (UCN)** y el **Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Intihuasi)**, con financiamiento de CONICYT y el Gobierno Regional de Coquimbo.

CEAZA está compuesto por un equipo de casi 50 científicos y más de 100 profesionales y técnicos que apoyan su labor. Sus instalaciones principales están ubicadas en los campus de la ULS y UCN, además de tener oficinas en Coquimbo. Desde 2008, CEAZA opera como una corporación de derecho privado sin fines de lucro, y su desarrollo ha sido una prioridad del Gobierno Regional, que ha financiado constantemente sus actividades.

Tabla 14. Proyectos desarrollados por el CEAZA.

Título	Año
Seawater intrusions into the Valdivia-Tornagaleones estuarine system today and under future scenarios with increasing greenhouse-gas concentrations	2020
Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century	2022
Size matters: physiological sensitivity of the scallop Argopecten purpuratus to cooling and deoxygenation upwelling driven	2022
Combined effects of climate change stressors and predators with contrasting feeding-digestion strategies on a mussel species	2023
Evaluating future climate change exposure of marine habitat in the South East Pacific based on metabolic constraints	2023
Retroalimentación Positiva para la Recuperación de la Vegetación Xerofítica de Neblina en el Semiárido Chileno	2019-2021
FutureMARES: Cambio Climático y Servicios Ecosistémicos Marinos Futuros y Biodiversidad	2020 - 2024
CE2COAST: Reducción de escala del cambio en el clima y el océano para servicios: umbral y oportunidades	2020-2022

Fuente: CEAZA (2024) [14].

[13] https://capes.cl

[14] https://ceaza.cl

6.2.11.7 Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA)

El **Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego – Patagonia y Antártica (CEQUA)**, fundado en 2002 en la Región de Magallanes por la Universidad de Magallanes, el Instituto Antártico Chileno y el Instituto de Fomento Pesquero, se enfoca en el estudio de recursos naturales y ecosistemas de la región más austral de Chile. CEQUA integra la ciencia con la comunidad regional, promoviendo la conservación y el uso sustentable del entorno.

El Centro tiene dos líneas de investigación: Ecología de Ecosistemas Acuáticos y Estudios Territoriales, además de dos departamentos: Gestión Científica y Transferencia para el Desarrollo Regional, y Ciencia y Comunidad. En la década 2021-2030, CEQUA busca internacionalizar la ciencia regional con el proyecto "Microbiome of the external surface of keystone species of ecological and economic importance in the Magallanes and Chilean Antarctic region", que investiga la salud de los ecosistemas acuáticos en el contexto del calentamiento global.

Foto: Fernando Medrano

Tabla 15. Proyectos desarrollados por CEQUA.

Título	Año
A New Case of Interoceanic Movement of a Humpback Whale in the Southern Hemisphere: the El Niño Link	2020
Catálogo de especies, 2da Edición. Sistema de Información de Biodiversidad de la Región de Magallanes y de La Antártica Chilena.	2021
First evidence of interchange of humpback whales (Megaptera novaeangliae) between the Magellan Strait and Antarctic Peninsula feeding grounds	2021
Patterns of guanaco distribution and microhabitat use in Tierra del Fuego: From protected to sheep ranching areas	2022
Changes in foraging behaviour suggest competition between wild and domestic ungulates: Guanaco and domestic sheep in southern Patagonia	2022
Plan de desarrollo comunal Torres del Paine 2021 - 2026	2021 - 2026

Fuente: CEQUA (2024) [15].

6.2.11.8 Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL)

El **Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL),** fundado en 2015 y financiado por ANID a través del programa FONDAP, está liderado por la Universidad Austral de Chile (UACh) con la Universidad de Concepción (UdeC) como institución asociada. El Instituto Antártico Chileno (INACh) proporciona el financiamiento logístico para la investigación antártica.

IDEAL se centra en medir y comprender cómo el cambio global afecta la productividad de los ecosistemas marinos en las regiones antártica y subantártica, y cómo estos impactos repercuten en las sociedades que dependen de dichos ecosistemas. El objetivo es generar conocimiento que ayude a resolver problemas ambientales, sociales y económicos en Chile.

Tabla 16. Proyectos desarrollados por IDEAL.

Título	Año
Species vulnerability under climate change: Study of two sea urchins at their distribution margin	2020
Biodiversity of an Antarctic rocky subtidal community and its relationship with glacier meltdown processes	2020
How does glacier discharge affect marine biogeochemistry and primary production in the Arctic?	2021
Variations in export production, lithogenic sediment transport and iron fertilization in the Pacific sector of the Drake Passage over the past 400 kyr	2022
Kelp carbon sink potential decreases with warming due to accelerating decomposition	2022
Seasonal and diel variations in the vertical distribution, composition, abundance and biomass of zooplankton in a deep Chilean Patagonian Fjord	2023
A systematic evidence map of conservation knowledge in Chilean Patagonia	2023

Fuente: IDEAL (2024) [16].

6.2.11.9 Centro de Investigación en Energía Solar (SERC-CHILE)

SERC-CHILE, establecido en 2012, es un centro de investigación dedicado a la energía solar en Chile. Fundado por la Universidad de Chile, la Universidad de Tarapacá, la Universidad de Antofagasta y otras instituciones, su objetivo es aprovechar el alto potencial solar del desierto de Atacama. Se centra en cuatro áreas estratégicas: integración de energía solar a gran escala, minería solar,

[15] https://www.cequa.cl

[16] https://centroideal.cl

soluciones solares pequeñas, y optimización de materiales solares. En 2018, su equipo de aproximadamente 80 investigadores trabajaba en siete áreas clave, incluyendo tratamiento solar de aguas y almacenamiento de energía. Actualmente, SERC-CHILE está en una fase de transición bajo el proyecto "Puente" de ANID, que se extiende hasta 2025.

Tabla 17. Proyectos desarrollados por SERC-CHILE.

Título	Año
Operation scheduling in a solar thermal system: A reinforcement learning-based framework	2020
Assessment of time resolution impact on the modeling of a hybrid CSP-PV plant: A case of study in Chile	2020
Green hydrogen exports in New Zealand and Chile can improve electricity supply security if configured as local energy insurance	2024
Contaminants of emerging concern: Occurrence, analytical techniques, and removal with electrochemical advanced oxidation processes with special emphasis in Latin America	2024
Techno-economic analysis of hybrid solar thermal systems with flat plate and parabolic trough collectors in industrial applications	2024

Fuente: SERC-CHILE (2024) [17].

6.2.11.10 Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS Coastal)

Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental COPAS Coastal, que surgió del Centro COPAS el 2002 en la Universidad de Concepción, ha evolucionado desde un financiamiento FONDAP hacia el programa BASAL, ampliando su enfoque a lo largo del océano costero de Chile. Su misión es mejorar la capacidad del país para enfrentar los cambios climáticos y antropogénicos en los ecosistemas costeros mediante investigación oceanográfica y transferencia de conocimiento. El centro combina observación en terreno, experimentación en laboratorio y modelamiento para abordar los impactos del cambio climático y la intervención humana. COPAS Coastal se organiza en cuatro líneas de investigación y establecerá la unidad MOTOR para facilitar la transferencia de conocimientos y su integración en las políticas reguladoras.

Tabla 18. Proyectos desarrollados por COPAS Coastal.

Título	Año
Microbial production of toluene in oxygen minimum zone waters in the Humboldt Current System off Chile	2022
Temperature and moisture transport during atmospheric blocking patterns around the Antarctic peninsula	2022
Approaching the Ecological Role of the Squat Lobster (Munida gregaria) and the Fuegian Sprat (Sprattus fuegensis) in the Francisco Coloane Marine Area (Magellan Strait, Chile) Using a Pelagic Food Web Model	2023
The impact of local and climate change drivers on the formation, dynamics, and potential recurrence of a massive fish-killing microalgal bloom in Patagonian fjord	2023
The key role of extreme weather and climate change in the occurrence of exceptional fire seasons in south-central Chile	2024
Revisiting historical trends in the Eastern Boundary Upwelling Systems with a machine learning method	2024

Fuente: Copas Coastal (2024) [18].

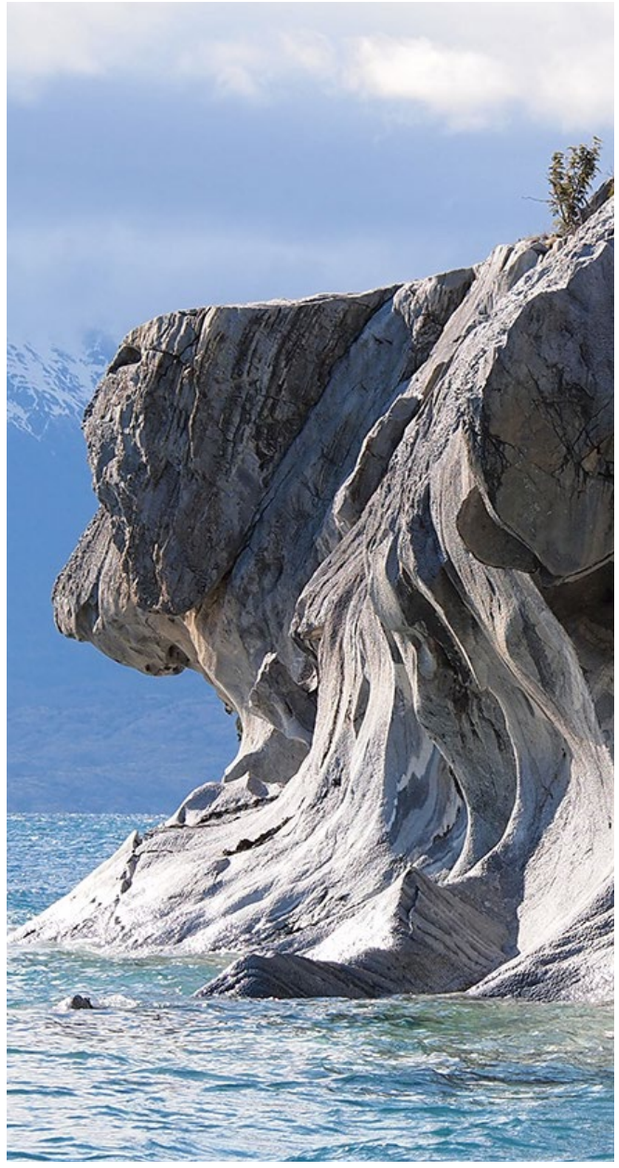


Foto: Nicolás Smith D.

[17] https://serc.cl

[18] https://copas-coastal.cl

6.2.11.11 Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN)

Desde su fundación en 2011, CIGIDEN ha sido un centro de excelencia FONDAP-ANID compuesto por la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María, la Universidad Andrés Bello y la Universidad Católica del Norte. Su misión es transformar eventos naturales extremos en desastres controlables mediante una investigación interdisciplinaria que abarca ciencias de la tierra, ingeniería, ciencias sociales y más. El centro ha ampliado su red de colaboración, incluyendo a instituciones como la Universidad de Concepción y Sernageomin, entre otras.

CIGIDEN se enfoca en la reducción del riesgo de desastres y la construcción de resiliencia, con una producción científica reconocida a nivel internacional. Sus contribuciones a políticas públicas y transferencia tecnológica buscan tener un impacto positivo en la vida de las personas, apoyando el desarrollo de soluciones basadas en un profundo conocimiento del territorio y un constante diálogo con comunidades y tomadores de decisiones.

Foto: Micaela Jara Forray

Tabla 19. Proyectos desarrollados por el CIGIDEN.

Título	Año
Measuring the marginal costs of reducing water leakage: the case of water and sewerage utilities in Chile	2021
Seismic performance factors for timber buildings with woodframe shear walls	2021
Assessment of Top-Down Design of Tsunami Evacuation Strategies Based on Drill and Modelled Data	2021
Flow-Type Landslides Analysis in Arid Zones: Application in La Chimba Basin in Antofagasta, Atacama Desert (Chile)	2022
Giant tsunami monitoring, early warning and hazard assessment	2022
Regional-scale seismic fragility, loss, and resilience assessment using physics-based simulated ground motions: An application to Istanbul	2023
Respuestas locales para una crisis global: pueblos indígenas, sociedad civil y transdisciplina para enfrentar el cambio climático	2024
Female Leadership and Everyday Hazards: Care Practices and Solidarity Networks in Campamento Dignidad	2024

Fuente: CIGIDEN (2024) [19].

6.2.11.12 Centro de Investigaciones de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)

El CIEP es una Corporación Regional sin fines de lucro ubicada en Aysén fundada en 2005 y albergada por la Universidad Austral de Chile, la Universidad de Concepción, Universidad de Montana, Universidad de Siena, Universidad de Córdoba y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, destacándose como un pilar de excelencia académica en la región. Su misión es desarrollar investigación fundamental y aplicada en los ecosistemas acuáticos y terrestres, enfocándose en el impacto del cambio climático y las fluctuaciones naturales del clima. Además, el CIEP explora procesos arqueológicos y el patrimonio regional, promoviendo la sustentabilidad en sectores como la pesca, la acuicultura y el turismo. Actúa como el principal aliado tecnológico del Gobierno Regional de Aysén, fortaleciendo redes científicas internacionales y transfiriendo conocimiento para el desarrollo regional.

Tabla 20. Proyectos desarrollados por CIEP.

Título	Año
Destinos turísticos de naturaleza en un contexto de crisis sanitaria global. Perspectivas de actores, oportunidades y desafíos, el caso de la región de Aysén, Chile.	2021
Conservación en la Patagonia chilena: evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos. Cap 5 Donde Nacen los Ríos: Cuencas de Bosques Prístinos en la Patagonia Occidental	2021
Glacial lakes control glacier dynamics during ice-to-lake evolution	2023
¿Estamos promoviendo ciudades verdes en Latino América y el Caribe? Estudio de los patrones e impulsores de cambio para la vegetación urbana	2023
Climate change and population persistence in a hibernating marsupial	2024
Postglacial landscape dynamics and fire regimes in west Central Patagonia, Chile (44°S, 72°W): Evidence from the Cisnes River Basin	2024
Holocene deglaciation and glacier readvances on the Fildes Peninsula and King George Island (Isla 25 de Mayo), South Shetland Islands, NW Antarctic Peninsula	2022
Efectos de la dinámica espacio temporal del paisaje post mega perturbaciones sobre la multifuncionalidad en la Patagonia.	2022-2025

Fuente: CIEP (2024) [20].

[19] https://www.cigiden.cl

[20] https://www.ciep.cl

6.2.11.13 Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)

En 2014 se inicia el Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM) como parte del quinto concurso del Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (FONDAP) de ANID. Este centro es liderado por la Universidad de Concepción junto con la Universidad de La Frontera y la Universidad del Desarrollo. Su misión es ser un referente nacional en el desarrollo de conocimiento avanzado sobre recursos hídricos para la agricultura, minería y comunidades, contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible. La visión del CRHIAM es destacarse a nivel mundial en investigación de recursos hídricos para el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la seguridad hídrica. Los objetivos principales del centro incluyen promover investigación de clase mundial en recursos hídricos, formar recursos humanos en todos los niveles académicos, crear redes con instituciones nacionales e internacionales, y mejorar la gestión del agua a través de la comunicación de evidencia científica para influir en las políticas públicas y el conocimiento social.

Foto: Arturo Espinosa

Tabla 21. Proyectos desarrollados por el CRHIAM.

Título	Año
Cyanobacterial bloom monitoring and assessment in Latin America	2023
Traditional crops and climate change adaptation: insights from the Andean agricultural sector	2023
Water resources management in Mexico, Chile and Brazil: comparative analysis of their progress on SDG 6.5.1 and the role of governance	2022
Sediment mercury concentration changes as a response to increased industrial activity in Coronel Bay, Chile	2022
Late Holocene Paleonvironmental Evolution of Two Coastal Lakes in Mediterranean Chile and Its Implications for Conservation Planning	2021
Evidence of Climate Change Based on Lake Surface Temperature Trends in South Central Chile	2021
Streamflow elasticity, in a context of climate change, in arid Andean watersheds of north-central Chile	2020

Fuente: CMM (2024) [21].

6.2.11.14 Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR)

INCAR fue creado en 2014 mediante una alianza entre la Universidad de Concepción, la Universidad Andrés Bello y la Universidad Austral de Chile. Su misión es generar conocimiento científico de excelencia para transformar la acuicultura en una actividad ecológica, económica y socialmente sostenible, contribuyendo al desarrollo sostenible de Chile. La visión de INCAR es ser un centro de excelencia reconocido mundialmente en investigación sobre acuicultura sostenible en el Pacífico sureste. El enfoque del Centro se basa en el Enfoque Ecosistémico de la Acuicultura (EAA), que guía todas sus actividades, incluyendo investigación, formulación de políticas, formación de recursos humanos y divulgación. Este enfoque promueve la interdisciplinariedad y la interacción entre los grupos de investigación, aunque también se reconoce la importancia de esfuerzos unidisciplinarios para comprender los procesos clave para la sostenibilidad de la acuicultura. El centro abarca una amplia gama de disciplinas científicas, como Sociología, Economía, Biología Molecular, Genómica, Biogeoquímica, Modelado Hidrodinámico, Oceanografía Biológica y Física, Fisiología, Ecología y Microbiología, con varios de sus programas de investigación siendo interdisciplinarios.

Tabla 22. Proyectos desarrollados por el INCAR.

Título	Año
Environmental, economic, and social sustainability in aquaculture: the aquaculture performance indicators	2024
Landscape dependency of land-based salmon farming under climate change	2023
Exploring consistency between stated and revealed preferences for the plastic bag ban policy in Chile	2022
Synoptic Flow Variability in a River-Influenced Inner Shelf off Central Chile	2022
Scientific warnings could help to reduce farmed salmon mortality due to harmful algal blooms	2021
Percepción del riesgo ambiental en mega proyectos acuícolas. El caso de la comuna de Cobquecura en Chile	2021
Environmental Impacts and Policy Responses to Covid-19: A View From Latin America	2020
Informe Proyecto ARClim: Acuicultura	2020

Fuente: INCAR (2024) [22].

[21] https://www.cmm.uchile.cl

[22] https://centroincar.cl

6.2.11.15 Centro para el Estudio del Conflicto y la Cohesión Social (COES)

El Centro de Estudios de Conflicto y Cohesión Social (COES), fundado en 2013 al alero de la Pontificia Universidad Católica de Chile, realiza investigación colaborativa sobre conflicto social y cohesión en Chile con un equipo multidisciplinario de ciencias sociales y humanidades. Su enfoque está en analizar las manifestaciones del conflicto, sus causas y contexto cultural e histórico. Patrocinado por la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile, además de la Universidad Diego Portales y la Universidad Adolfo Ibáñez como instituciones asociadas, COES recibe financiamiento del programa FONDAP de ANID.

Tabla 23. Proyectos desarrollados por COES.

Título	Año
The Puzzle of Chile's Resilient Support for Gender Parity	2024
"Now they tell me to preserve it": Changing environmental imaginaries in southern Chile	2023
Examining the effects of social protest on the environmental impact assessment process in Chile	2023
El estudio científico del cambio climático en Chile. Espacio local y fenómeno global.	2022
Trends in household energy-related GHG emissions during COVID-19 in four Chilean cities	2022

Fuente: COES (2024).

6.2.11.16 Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura y los Territorios Rurales (CERES)

El Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura y los Territorios Rurales (CERES), fundado en 2012 y patrocinado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, es un centro dedicado a la investigación científica interdisciplinaria para promover modelos de desarrollo sostenible en agricultura y territorios rurales. Su misión es impulsar la innovación, generando y adaptando conocimiento, desarrollando tecnologías, y creando redes para mejorar la calidad de vida en la región de Valparaíso. Su visión es ser un referente nacional en investigación e innovación para la sustentabilidad agrícola y rural, destacándose por su compromiso ético y participación ciudadana.

Ceres surgió en respuesta a los problemas ambientales causados por la intensificación agrícola en Chile durante las décadas de 1980 y 1990, como la degradación del suelo y la contaminación. Fundado en 2011 por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, el Gobierno Regional de Valparaíso y Conicyt, el centro se estableció para ofrecer alternativas sostenibles a los modelos de monocultivo y alta química. Desde su creación, ha trabajado en proyectos de restauración de suelos, técnicas agroecológicas y la mejora de la gestión del agua, consolidándose como un actor clave en la investigación y la innovación agrícola en Chile.

Tabla 24. Proyectos desarrollados por CERES.

Título	Año
Social-Environmental Conflicts in Chile: Is There any Potential for an Ecological Constitution?	2021
Mycorrhizal science outreach: Scope of action and available resources in the face of global change	2021
The Future of Rurality: Place Attachment among Young Inhabitants of Two Rural Communities of Mediterranean Central Chile	2022
Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Vineyards: Water and Biotic Stress Under a Climate Change Scenario: New Challenge for Chilean Grapevine Crop	2022
The market-society-policy nexus in sustainable agriculture	2022
Influence of Land Use Changes on the Longavi Catchment Hydrology in South-Center Chile	2022
Streamflow elasticity, in a context of climate change, in arid Andean watersheds of north-central Chile	2020

Fuente: CERES (2024) [23].

6.2.11.17 Fraunhofer Center for Solar Energy Technologies (Fraunhofer Chile)

Fraunhofer Chile es un centro de investigación aplicada que se especializa en desarrollar tecnologías para la descarbonización industrial. Fundado en 2023, su objetivo es ayudar a las empresas a integrar fuentes de energía renovables, equilibrando la sustentabilidad con la viabilidad económica. A través de su Centro de Tecnologías para la Energía Solar (CSET), aborda las problemáticas urgentes del cambio climático. Fraunhofer Chile es parte de la red Fraunhofer-Gesellschaft de Alemania, conocida por su liderazgo en innovación y tecnologías avanzadas.

Tabla 25. Proyectos desarrollados por Fraunhofer Chile.

Título	Año
Reciclaje de Aluminio - Fondo Crea y Valida de CORFO	2023
ANCESTRAL: Algoritmo Identificación Clientes Ship y District Heating Chile	2024
Agro PV en Minas Gerais, Brasil	2023
Power-to-MEDME	2023

Fuente: Fraunhofer Chile (2024) [24].

[23] www.centroceres.cl/
[24] https://www.fraunhofer.cl

6.2.11.18 Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)

Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) es una corporación sin fines de lucro dedicada a la investigación de frontera en biodiversidad y al desarrollo sustentable en Chile. Fundado en 2006 bajo la Iniciativa Científica Milenio (ICM), el IEB reúne a investigadores del Laboratorio de Sistemática y Ecología Vegetal de la Universidad de Chile y otros expertos en ecología. Desde 2008, recibe financiamiento basal de ANID.

El IEB opera como una red descentralizada que incluye investigadores de universidades nacionales y fundaciones académicas privadas. Se enfoca en la formación avanzada de científicos, apoyando especialmente programas de postgrado en universidades regionales como las de La Serena y Magallanes.

Colabora con sectores público y privado para promover el desarrollo sustentable. Por ejemplo, lideró la creación de la Reserva de la Biosfera del Cabo de Hornos y ha trabajado con empresas vitivinícolas en la conservación de vegetación nativa. Su programa Vino, Cambio Climático y Biodiversidad (VCCB) ha conservado más de 25.000 hectáreas de vegetación nativa y es precursor del Programa Integrativo Biodiversity Conservation in Agroecosystems (2022-2032).

Tabla 26. Proyectos desarrollados por IEB.

Título	Año
Conservation efforts in need of survey improvement in epigean beetles from the Atacama coast, Chile	2023
Functional diversity and spatial association analyses at different spatial scales reveal no changes in community assembly processes along an aridity gradient in the Atacama Desert	2023
Chilean long-term Socio-Ecological Research Network: progresses and challenges towards improving stewardship of unique ecosystems	2023

Continuación tabla 26

Título	Año
Recent increase in autumn temperature has stabilized tree growth in forests near the tree lines in Chilean Patagonia	2022
Plant invasions in South America. In Global Plant Invasions	2022
Post-fire ecological restoration in Latin American forest ecosystems: Insights and lessons from the last two decades	2022
The landmark Escazu Agreement: An opportunity to integrate democracy, human rights, and transboundary conservation	2021
Population Principles, Climate Change, and the "Collapse" of the Rapa Nui Society	2021

Fuente: IEB (2024)[25].

6.2.11.19 Instituto Milenio Biodiversidad de Ecosistemas Antárticos y Subantárticos (BASE)

Instituto Milenio BASE es una fundación sin fines de lucro creada en 2021 para estudiar la biodiversidad de los ecosistemas antárticos y subantárticos. Albergado por la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Concepción, la Universidad Austral de Chile y la Universidad de Magallanes, su misión es integrar conocimientos avanzados sobre el océano austral para apoyar la conservación y desarrollar nuevas propuestas de gobernanza en ciencia, paz y sustentabilidad. El instituto cuenta con 11 investigadores principales, 9 miembros asociados y un equipo de investigadores jóvenes, destacando un 40% de mujeres en su equipo, con un enfoque en fortalecer la equidad de género.

Tabla 27. Proyectos desarrollados por BASE.

Título	Año
Effects of temperature on the innate immune response on Antarctic and sub-Antarctic fish Harpagifer antarcticus and Harpagifer bispinis challenged with two immunostimulants, LPS and Poly I:C: In vivo and in vitro approach	2022
Recent massive invasions of the circumboreal sea anemone Metridium senile in North and South Patagonia	2022
Projecting environmental and krill fishery impacts on the Antarctic Peninsula food web in 2100	2022
Decreasing trends of Chinstrap Penguin breeding colonies in a region of major and ongoing rapid environmental changes suggest population level vulnerability	2023
Interactive effects of changes in UV radiation and climate on terrestrial ecosystems, biogeochemical cycles, and feedbacks to the climate system	2023

Fuente: BASE (2024) [26].

Foto: Bryan Contreras

[25] https://ieb-chile.cl

[26] https://institutobase.cl/

6.2.11.20 Instituto Milenio de Oceanografía Integrativa (IMO)

Instituto Milenio de Oceanografía (IMO), fundado en diciembre de 2013, es un centro de excelencia en oceanografía, perteneciente a la Universidad de Concepción, creado para estudiar procesos físicos, biogeoquímicos y ecológicos del mar abierto, incluyendo ecosistemas pelágicos y áreas profundas como la Fosa de Atacama. A través de la Iniciativa Científica Milenio (ICM), busca mejorar la competitividad científica y tecnológica de Chile. Su misión es realizar investigación interdisciplinaria, liderar la exploración del Pacífico Sur Oriental y promover la educación en ciencias del mar. El instituto aspira a ser un referente internacional en investigación y educación oceanográfica, generando conocimiento transformador sobre el océano.

Tabla 28. Proyectos desarrollados por IMO.

Título	Año
Anthropogenic underwater vibrations are sensed and stressful for the shore crab Carcinus maenas	2021
Spatial and interannual variability in the distribution of euphausiid life stages in the permanent upwelling system off northern Chile	2021
Uncovering the Composition and Diversity of Pelagic Copepods in the Oligotrophic Blue Water of the South Pacific Subtropical Gyre	2021
Ocean acidification induces distinct metabolic responses in subtropical zooplankton under oligotrophic conditions and after simulated upwelling	2022
Particulate Organic Matter in the Atacama Trench: Tracing Sources and Possible Transport Mechanisms to the Hadal Seafloor	2023
A compendium of bacterial and archaeal single-cell amplified genomes from oxygen deficient marine waters	2023

Fuente: IMO (2024)[27].

[27] https://www.imo-chile.com

6.2.11.21 Instituto Milenio en Socio-ecología costera (SECOS)

Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), creado en diciembre de 2020, es un centro de excelencia del programa Milenio de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) de Chile. Las universidades albergantes del SECOS son: Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica del Norte, Universidad de Concepción y Universidad Andrés Bello. SECOS se enfoca en la sostenibilidad costera mediante investigación interdisciplinaria en tres sistemas socio-ecológicos: pesca artesanal, acuicultura de moluscos y desarrollo costero. El instituto trabaja con diversos actores sociales para abordar preguntas urgentes sobre sostenibilidad, fortalecer los recursos humanos en ciencias, y promover la comunicación científica y la participación pública. Su objetivo es contribuir al manejo sostenible de las costas chilenas, considerando tanto los aspectos ecológicos como sociales de estos sistemas.

Tabla 29. Proyectos desarrollados por SECOS.

Título	Año
Climate projections of oceanographic variables in the Exclusive Economic Zone of Ecuador: A 21st century perspective to inform impact and adaptation assessment	2024
Toward Water Security (SDG 6) amidst the Climate and Water Crisis: Lessons from Chile	2023
Do phytoplankton require oxygen to survive? A hypothesis and model synthesis from oxygen minimum zones	2023
Analysis of Climate-Related Risks for Chile's Coastal Settlements in the ARClim Web Platform	2022
Emergent interactive effects of climate change and contaminants in coastal and ocean ecosystems	2022

Continuación tabla 29

Título	Año
Firms adaptation to climate change through product innovation	2022
Exposure time modulates the effects of climate change-related stressors on fertile sporophytes and early-life stage performance of a habitat-forming kelp species	2021
Local Knowledge, Community Experiences, Nature, Collaboration, and Resilience in Times of Pandemic, Uncertainty, and Climate Change in the Anthropocene Era	2021

Fuente: SECOS (2024) [28] .

Foto: Nicolás Smith D.

[28] https://socioecologiacostera.cl

6.2.12 Institutos Tecnológicos y de Investigación Públicos (ITIPs)

Hay una serie de Institutos Tecnológicos y de Investigación Públicos que tienen líneas de trabajo en distintas materias, en la Tabla 30 se presenta una lista de ellos:

Tabla 30. Institutos tecnológicos Públicos.

Sigla	Nombre largo	Año de creación	Rol/Objetivo Institucional
AGENCIA SE	Agencia Chilena de Sustentabilidad Energética	Nace jurídicamente en 2010 como Agencia Chilena de Eficiencia Energética. En 2018, desde el Ministerio de Energía se ampliaron las funciones de la Agencia SE integrando en su quehacer el ámbito de las energías renovables, llamándose Agencia de Sostenibilidad Energética.	Impulsa la disminución del consumo energético en la industria, minería, transporte, edificación, sector público, área residencial y comercial.
Comisión Chilena de Energía Nuclear	CCHEN	El 16 de abril de 1964 se creó la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Luego, en 1965, la ley N° 16.319 dio origen a la Comisión Chilena de Energía Nuclear, continuadora legal de la anterior.	Fomenta y desarrolla la investigación, la formación de capital humano avanzado y la provisión de productos y servicios en el ámbito de la energía y tecnologías nucleares, radiaciones ionizantes y ciencias afines.
CIREN	Centro Información de Recursos Naturales	Creada por Corfo en 1964 (para gestionar la información del primer vuelo aerofotogramétrico del país) como Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN) En 1985 IREN se convierte en corporación de derecho privado con un Consejo Directivo a la cabeza. En 2003 se modificaron sus Estatutos, para que cumpliera el rol de unidad de apoyo técnico al Ministerio de Agricultura, aprobada por D° N° 1317 del Ministerio de Justicia (2004)	Provisión de bienes públicos y generación de nuevos productos y servicios que contribuyen a la planificación, toma de decisiones y diseño de políticas de desarrollo productivo y de ordenamiento territorial.
Conecta Logística	Conecta Logística	En 2016, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), a través de la iniciativa Transforma Logística, definió como parte de sus estrategias estructurales la creación de un Instituto Tecnológico Logístico, consolidando así la propuesta del CNID y dando un paso clave hacia su materialización.	Genera bienes públicos para fomentar y apoyar la eficiencia, competitividad, productividad y sostenibilidad del sector logístico.
Fundación Chile	Fundación Chile	Creada en agosto de 1976 por el Gobierno de Chile y la ITT Corporation de Estados Unidos. En el año 2005, la empresa BHP Billiton, Minera Escondida, se incorporó como socio cofundador.	Promueve una economía colaborativa para la recuperación y regeneración, generando soluciones que aumenten la competitividad y sostenibilidad.
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero	Creado en 1964 por la Corporación de Fomento de la Producción y la Sociedad Nacional de Pesca.	Asesora la toma de decisiones en la institucionalidad de pesca y acuicultura, proporcionando antecedentes científicos y técnicos para la administración y sustentabilidad de los recursos de la pesca, acuicultura y sus ecosistemas.
IGM	Instituto Geográfico Militar	29 de agosto de 1922 mediante el Decreto N° 1.664	Levanta y confecciona cartas del territorio nacional en diferentes escalas y formatos, proporcionando un marco de referencia geodésico moderno, único y homogéneo, tanto para la defensa como para otros ámbitos del desarrollo nacional.
INACH	Instituto Antártico de Chile	Creado mediante los artículos 5 y 6 de la Ley N° 15.266, que «Aprueba el Estatuto Orgánico del Ministerio de Relaciones Exteriores», en septiembre de 1963	Fomenta la investigación científica, tecnológica y de innovación en la Antártica bajo estándares internacionales.

Continuación tabla 30

Sigla	Nombre largo	Año de creación	Rol/Objetivo Institucional
INFOR	Instituto Forestal	Nace en el año 1961 como Proyecto de FAO. Creada por la Corporación de Fomento de la Producción y el instituto de Desarrollo Agropecuario, que fungen como miembros activos (1965). Las últimas modificaciones de sus estatutos corresponden al año 2002 y a mayo de 2016. INFOR cambia su dependencia principal al Ministerio de Agricultura, MINAGRI, a través de la reforma a los institutos tecnológicos CORFO según la Ley N°19.701 del año 2000, donde se reestructuró el Consejo Directivo.	Apoya el desarrollo forestal chileno, promoviendo el manejo sostenible de los ecosistemas forestales y xerofíticos mediante la investigación, desarrollo y transferencia de conocimientos, productos y servicios.
INH	Instituto Nacional de Hidráulica	El INH parte en 1953 como un laboratorio dependiente de la Dirección de Obras Portuarias del MOP En 1967 se crea el INH como una Corporación Autónoma de Derecho Público del Estado Chileno	Realiza estudios e investigaciones aplicadas en proyectos de infraestructura hidráulica, con un enfoque integral y criterios sustentables.
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	Creado el 8 de abril de 1964, por los miembros fundadores INDAP, CORFO, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad de Concepción	Contribuye a la sostenibilidad del sector agroalimentario mediante la generación de soluciones innovadoras para agricultores, socios estratégicos y la sociedad en general.
INN	Instituto Nacional de Normalización	Fundación de derecho privado sin fines de lucro, creada por CORFO en el año 1973, como un organismo técnico en materias de la Infraestructura de la calidad	Desarrolla normas técnicas, acredita organismos de evaluación de la conformidad, coordina la Red Nacional de Metrología y transfiere conocimientos, para aumentar el valor agregado de los sectores productivos y mejorar la calidad de vida.
ISP	Instituto de Salud Pública de Chile	Sus orígenes se remontan a 1892 cuando se creó el «Instituto de Higiene», posteriormente en 1939 se creó el «Instituto Bacteriológico de Chile», el cual continuó la misión del Instituto de Higiene, el cual dio paso el año 1979 al Instituto de Salud Pública de Chile	Promueve y protege la salud de la población fortaleciendo el control sanitario mediante vigilancia, autorización, fiscalización, investigación y transferencia tecnológica con enfoque de género, territorialidad e interculturalidad.
Itrend	Instituto para la Resiliencia ante Desastres	Inicio trámites: Diciembre 2020	Promueve la creación de bienes públicos, investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento en resiliencia ante eventos extremos.
SAF	Servicio Aerofotogramétrico	1963 mediante la Ley N° 15.284 de	Organismo técnico y rector en el ámbito aeroespacial, a la vanguardia en el uso y operación de sistemas remotos para la captura de datos, procesamiento y diseminación de imágenes e información geoespacial.
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minería	Creado el 26 de noviembre de 1980, como sucesor legal del Servicio de Minas del Estado y del Instituto de Investigaciones Geológicas.	Genera, mantiene y divulga información sobre geología básica y recursos/peligros geológicos del territorio nacional. Regula y fiscaliza el cumplimiento de normativas mineras en seguridad, propiedad y planes de cierre.
SHOA	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada	El 1° de mayo de 1874 por Decreto de la Presidencia N°329, se creó la Oficina Hidrográfica de la Marina Nacional, encargada de dirigir la publicación de las cartas náuticas del país y de su distribución entre los buques de la Armada y las oficinas marítimas que las requiriesen. Por Ley N° 19.002, el Instituto Hidrográfico de la Armada cambió su denominación a Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) en 1990.	Desarrolla elementos técnicos e información para la seguridad de la navegación en vías fluviales, lacustres, aguas interiores, mar territorial y alta mar contigua al litoral de Chile.

Fuente: (UNTEC et al., 2024).

6.3 CREACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

La Ley Marco de Cambio Climático de Chile establece que la Estrategia Climática de Largo Plazo debe incluir objetivos, metas e indicadores que fortalezcan las capacidades necesarias para enfrentar el cambio climático. En esta línea, el 16 enero de 2024 se publicó la Resolución N° 35 del MMA, que aprueba la Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático[29], que tiene como visión "que Chile cuente con una sociedad e instituciones capacitadas para responder a los desafíos del cambio climático, con una ciudadanía informada, sensibilizada y proactiva que contribuirá a la elaboración de políticas públicas y aportará desde su ámbito personal y organizacional a los cambios necesarios para lograr la carbono neutralidad y resiliencia del país, a más tardar a 2050".

La estrategia desarrolla lineamientos y líneas de acción, sobre cinco componentes:

a) Investigación y ciencia
b) Creación y fortalecimiento de capacidades
c) Educación ciudadana para abordar el cambio climático
d) Cooperación e intercambio de experiencias
e) Acceso a la información y participación ciudadana

Estos lineamientos y líneas de acción, son para guiar tanto la elaboración de los instrumentos de gestión del cambio climático, como para que puedan ser implementados por cualquier organización del sector público, privado, academia o sociedad civil.

Esta instrumento establecer el Comité Coordinador de Acción para el Empoderamiento Climático (CCAEC), encargado de la elaboración, implementación y seguimiento de la Estrategia de Empoderamiento Climático, en colaboración con el Ministerio de Educación, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; el Ministerio del Trabajo y Previsión Social; y el Ministerio del Medio Ambiente.

En esta sección, se presentarán los avances en cada uno de estos componentes, teniendo en consideración que el componente de "investigación y ciencia", ya fue desarrollado en la sección anterior.

6.3.1 Creación y fortalecimiento de capacidades

Este componente tiene como objetivo generar competencias laborales en las personas y el desarrollo de capacidades en organizaciones, tanto públicas como privadas y de la sociedad civil, para avanzar hacia la carbono neutralidad y la resiliencia frente a los efectos del cambio climático, y define los siguientes lineamientos:

1. Promover el desarrollo de capacidades y competencias en trabajadores/as y de los organismos estatales, del sector privado y de la sociedad civil, considerando aspectos de género, interculturales, territoriales, velando por avanzar en una lógica de transición justa.

2. Promover la generación de capacidades en cambio climático a través de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

3. Promover el intercambio de capacidades y competencias laborales de cambio climático entre el sector público, privado y organizaciones sin fines de lucro.

A continuación se describen diversas iniciativas que contribuyen a la implementación de estos lineamientos y sus líneas de acción.

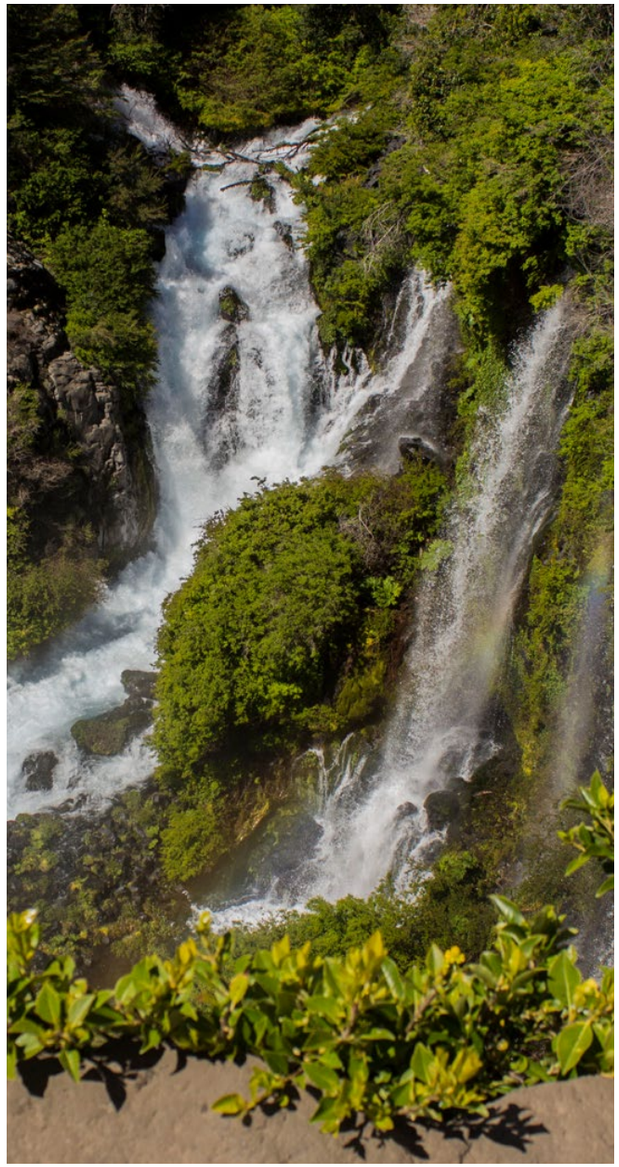


Foto: Bryan Contreras

[29] https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/02/Estrategia-Empoderamiento-Climatico-EDCEC.pdf

6.3.1.1 Estudio "Proyección de la necesidad de capital humano en el contexto de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático en Chile" [30].

El objetivo principal de este estudio fue realizar un diagnóstico que abarcó todos los sectores integrados en la ley, con el propósito de analizar qué áreas serán más impactadas en términos de empleo y cuáles son las oportunidades relacionadas con el capital humano en los ámbitos de mitigación y adaptación al cambio climático. De esta manera, se buscó identificar las brechas y las necesidades de formación existentes en Chile en relación con esta legislación. El estudio contratado Corfo, concluyó el año 2023 y tuvo un valor de $100 millones de pesos chilenos, el cual fue realizado con colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente.

Algunas de las conclusiones del estudio fueron las siguientes: la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático en Chile proyecta un aumento en la demanda laboral, pasando de 40.000 puestos de trabajo a fines de esta década a más de 350.000 empleos en el 2040. Este incremento representa las necesidades adicionales de empleo para abordar el cambio climático según la inversión que se realice. Es por esto, que el desarrollo de competencias y habilidades para contar con capital humano especializado capaz de enfrentar los desafíos del cambio climático, es clave para los procesos de creación de resiliencia y de adaptación que también garantiza un trabajo decente. Los sectores con mayores incrementos en la demanda de empleo son Energía, Minería, Residuos y Economía Circular, Transporte y Turismo. Esto se atribuye a las innovaciones tecnológicas y las políticas de transformación verde en estos sectores. El sector de Transporte experimentará un aumento significativo, pasando de alrededor 15.000 a 82.000 empleos, debido a la transición hacia una movilidad más sostenible.

En el marco de este estudio, se aplicó una encuesta a empresas, en donde señalaron que respecto de los desafíos climáticos, el 26,7% de los encuestados identificó la gestión del reciclaje, la reducción y eliminación de desechos, y la economía circular como los principales retos; seguido por un 23,3% que resaltó las problemáticas relacionadas con el agua. Más atrás, la adaptabilidad a nuevas tecnologías y la promoción de la sustentabilidad fue señalada como el tercer desafío por un 18,3% de los participantes.

6.3.1.2 Programas de Formación para la Competitividad (PFC) de CORFO

A través del Programa de Formación para la Competitividad (PFC) de la Gerencia de redes y territorio de CORFO[31], se han desarrollado los siguientes cursos relativos al cambio climático:

- Programa de formación para la adaptación al cambio climático del sector hortícola a través de horticultura protegida (2022)
- Economía Circular para Líderes del Cambio en la Región del Maule (2022)
- Formación de verificadores(as) que permitan la cuantificación, gestión y reporte de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (2022)
- Necesidades de capital humano para la implementación de economía circular en empresas de la Región de Los Lagos (2023)
- Herramientas digitales para la gestión hídrica en la agricultura (2023)

Además, hay varias nuevas iniciativas de capacitación que se implementarán a partir del año 2024, entre ellas:

- Formación de gestores de sustentabilidad para la descarbonización del sector de la construcción
- Gestor para la mitigación y adaptación al cambio climático del sector agropecuario
- Herramientas digitales para la gestión hídrica en la agricultura
- Gestor para la mitigación y adaptación al cambio climático del sector agropecuario
- Formación en gestión sostenible del agua
- Formación en Líneas Base Ambientales y Cambio Climático para la evaluación ambiental de proyectos de Hidrógeno Verde

CORFO, cuenta además con otros instrumentos que apoyan el fortalecimiento de capacidades de las empresas a nivel nacional:

- Capital humano experto Gerencia de innovación: fortalecimiento de capacidades en I+D+i en las empresas nacionales, a través de la inserción de profesionales y técnicos/as de nivel superior, altamente calificados, para su participación en el desarrollo de desafíos de I+D+i, con la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de dichas empresas (8 proyectos adjudicados entre el 2022-2023).
- Fomento a la Calidad- FOCAL Gerencia de redes y territorio: mejorar la productividad y competitividad de una empresa, a través de un incentivo a la implementación y certificación de normas técnicas de sistemas de gestión y de productos, o de protocolos reconocidos por CORFO como habilitantes para acceder a nuevos mercados (22 proyectos adjudicados 2023).
- Viraliza Gerencia de emprendimiento[32]: a) Realización de programas de difusión de experiencias vinculadas al emprendimiento y la innovación, para ser transmitidos a través de medios de difusión masiva. b) Realización de eventos

[30] Disponible en https://repositoriodigital.corfo.cl/items/13820ce5-39a7-46ce-8b1b-0e7f45afe959

[31] La cual tiene por finalidad mejorar la productividad y la competitividad del ecosistema productivo de los territorios y la oferta de valor de las empresas. Para la operación de sus programas y proyectos, la Gerencia de Redes y Territorios de CORFO, dispone de una red de Direcciones Regionales y Agentes Operadores Intermediarios (AOI), a lo largo de todo el país.

[32] Mas Información en: https://www.corfo.cl/sites/cpp/inf/viraliza

Foto: Nicolás Smith D.

masivos que promuevan el emprendimiento y la innovación, mediante la realización de actividades que faciliten la generación redes y el intercambio de conocimientos y/o buenas prácticas entre los asistentes. c) Realización de programas de formación, orientados a traspasar conocimientos, habilidades y/o herramientas de emprendimiento e innovación a grupos de la población objetivo que se identifiquen para cada apertura del instrumento (42 proyectos adjudicados entre 2022-2023).

6.3.1.3 Fortalecimiento de capacidades en los niveles nacional, regional y subregional

Desde el nivel nacional hasta el subregional, Chile está fortaleciendo sus capacidades mediante la cooperación entre distintos actores y el diseño de planes adaptados a las necesidades climáticas de cada región. Esto incluye el desarrollo de competencias técnicas, la formación en gestión de riesgos y la creación de redes de colaboración y aprendizaje en todo el territorio nacional.

Los CORECC y los municipios han recibido diversos tipos de apoyo para implementar proyectos e iniciativas en adaptación al cambio climático. Estos apoyos provienen de múltiples fuentes, incluyendo ministerios, organismos nacionales e internacionales, así como entidades regionales y locales. Además, se ha contado con colaboraciones del sector privado, público-privadas y mixtas (colaboraciones entre organismos nacionales e internacionales), lo que ha permitido una mayor capacidad de acción y coordinación para enfrentar los desafíos climáticos en todo el territorio.

Entre junio y octubre de 2021, el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA) en alianza con el Programa EUROCLIMA+ implementó el proyecto "Desarrollo e implementación de un programa de fortalecimiento institucional y de generación de capacidades a nivel subnacional, en el contexto de la elaboración de la estrategia climática de desarrollo resiliente y bajo en emisiones a 2050". Su ejecución fue realizada a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) con el apoyo del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia - (CR2). El público objetivo del proyecto fueron los miembros de los Comités Regionales de Cambio Climático - CORECC, que ya operaban previo a la aprobación de la Ley Marco de Cambio Climático, que eran parte de la estructura operativa de la gobernanza del cambio climático a nivel regional en Chile. El proyecto consideró diálogos entre los integrantes de los CORECC (en sesiones regionales, macro-zonales y nacionales) y la instalación de capacidades técnicas sobre emisiones de GEI, evaluación de la vulnerabilidad y riesgo climático y los instrumentos regionales

En el año 2022, el Ministerio del Medio Ambiente con apoyo de FAO, presentó al Programa Readiness del Fondo Verde, el proyecto "Fortalecimiento de Capacidades Regionales y Locales para la Implementación de la Ley Marco de Cambio Climático", que comenzó a implementar a finales del año 2023, en donde uno de los principales componentes fue la implementación del "Diplomado en Acciones para el Cambio Climático a Nivel Regional y Local", entre marzo y julio de 2024, y un "Curso de Capacitación de Capacitadores", para garantizar la replicabilidad de los conocimientos adquiridos. Ambas instancias fueron desarrolladas por el Centro de Derecho Ambiental (CDA) y el Centro de la Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 de la Universidad de Chile y tuvieron como objetivo capacitar a funcionarios y líderes locales en conceptos y metodologías para la implementación de planes de acción climática, además de proporcionar herramientas y conocimientos sobre la cuantificación de emisiones, análisis de vulnerabilidad, y estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. Se evidenció un alto interés, participación y compromiso en este diplomado. Se inscribieron 660 personas, de 1500 postulaciones recibidas, con participación de todas las regiones. Se buscó integrar a representantes de los CORECC, municipios y representantes de la sociedad civil. Finalmente, se obtuvo un promedio de asistencia de 92% y 577 estudiantes que aprobaron el programa.

6.3.1.4 Guía Metodológica para la elaboración de un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático [33]

Teniendo como objetivo el desarrollo de herramientas metodológicas apropiadas para la elaboración de los planes de acción comunales, el Ministerio del Medio Ambiente junto al PNUD, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo y la Asociación Chilena de Municipalidades, publicaron en mayo de 2023 el documento "¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático? - Guía metodológica para su formulación paso a paso", con el ánimo de apoyar a las municipalidades del país en el proceso de elaboración de sus Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (en adelante PACCC), asegurándose de que, independientemente de los diversos contextos socioeconómicos, geográficos, ambientales y culturales de cada comuna, estos puedan ser completados dando cumplimiento a las disposiciones del artículo 12 de la Ley Marco de Cambio Climático.

Esta Guía incluye información sobre la ciencia del cambio climático, la legislación pertinente, los instrumentos financieros disponibles, así como alternativas de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático posibles de implementar en el territorio comunal. Asimismo, se propone una planificación consistente en cinco etapas, 11 pasos y 36 actividades que conforman la metodología para la elaboración del PACCC.

En base a esta guía, durante el año 2023 se realizó un proceso participativo de capacitación de funcionarios/as municipales, que consideró la realización de tres talleres de capacitación de alcance nacional, con los elementos transversales asociados al proceso de planificación PACCC, y 12 sesiones macrozonales. Las capacitaciones integraron cuatro módulos:

- Módulo 1. Ley Marco de Cambio Climático e institucionalidad para la acción comunal al cambio climático
- Módulo 2. Planes de Acción Comunal para el Cambio Climático en Chile: importancia, metodología y etapas para su elaboración en los municipios del país
- Módulo 3. Uso de la plataforma ARCLIM para diagnóstico comunal de la vulnerabilidad al cambio climático, diseño de medidas de mitigación/adaptación e indicadores MRV
- Módulo 4. Ley Marco de Cambio Climático e institucionalidad para la acción comunal al cambio climático en las macrozonas del país

Foto: Tomás Gómez

[33] Ver en https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/06/Guia-PACCC.pdf

6.3.1.5 Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales: hacia territorios carbono-neutrales y resilientes

Para garantizar la implementación de la acción climática en todos los niveles de la administración del Estado, la Ley 21.455 estableció que los 16 gobiernos regionales y 345 municipalidades del país deben desarrollar planes de acción climática, incentivando la coordinación entre los distintos niveles de gobierno para el cumplimiento de los compromisos climáticos de Chile.

En este marco, el BID junto al MMA desarrollaron la"Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales[34]" que busca potenciar las capacidades de alcaldes/as, gobernadores/as y sus equipos, para planificar e implementar acciones climáticas en sus territorios, llevando a sus comunidades hacia un desarrollo sostenible, resiliente y bajo en carbono.

La guía identifica 22 soluciones para construir resiliencia y avanzar hacia la carbono-neutralidad en el país, las que llaman "transformaciones". Junto con ello, se proponen más de 100 acciones que los gobiernos regionales o municipales pueden implementar para fomentar estas transformaciones, por ejemplo, identificar zonas de protección de áreas verdes en planes de ordenamiento territorial, o construir una red de ciclovías urbanas. La guía proporciona a los gobiernos regionales y municipales una dirección para moverse rápidamente y lograr un alto impacto en la acción climática.

Figura 18. Transformaciones para aumentar la resiliencia climática.
Fuente: (BID, 2023).

[34] https://publications.iadb.org/es/guia-para-la-accion-climatica-en-municipios-y-gobiernos-regionales-hacia-territorios-carbono

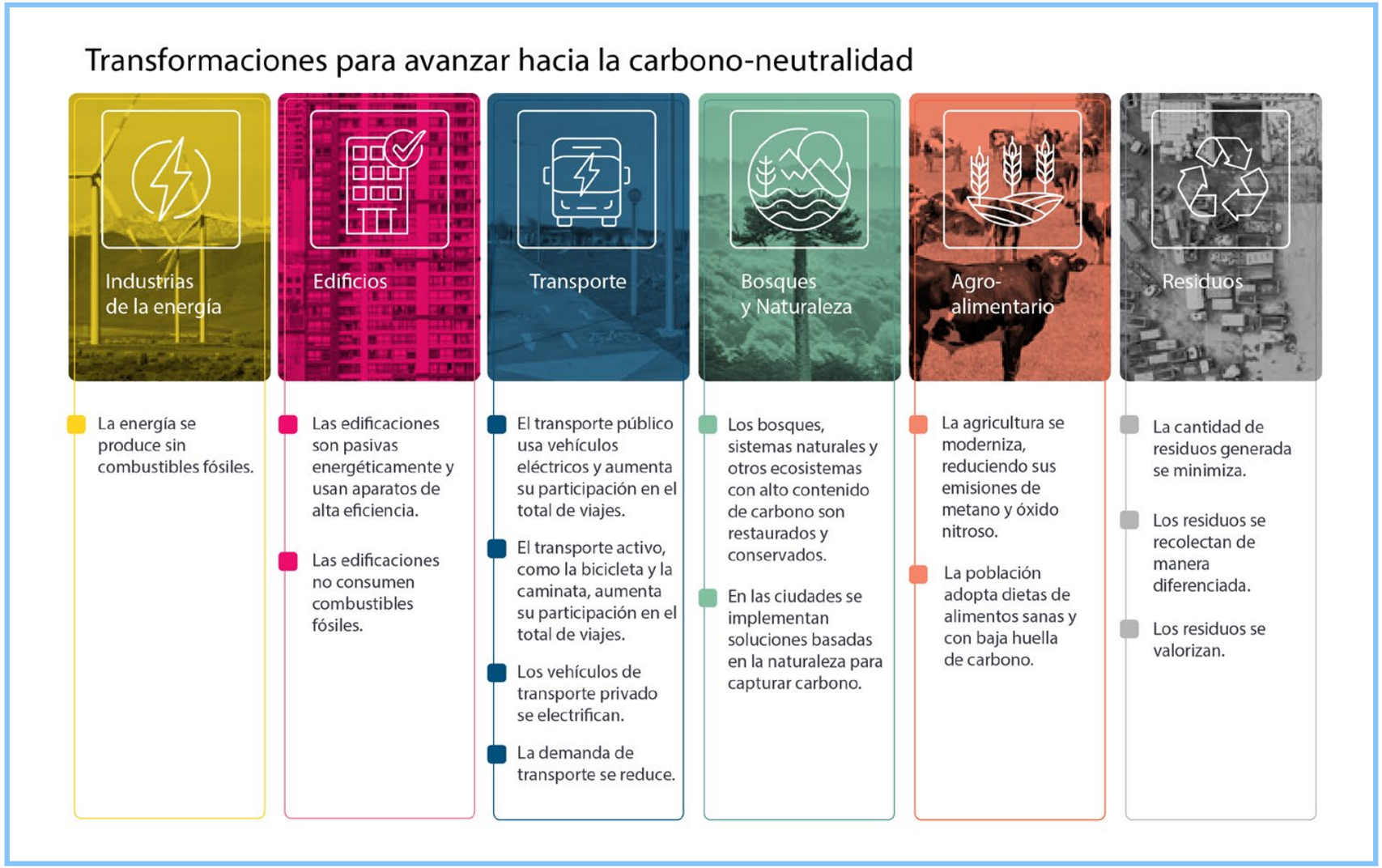


Figura 19. Transformaciones para avanzar la carbono-neutralidad.
Fuente: (BID, 2023).

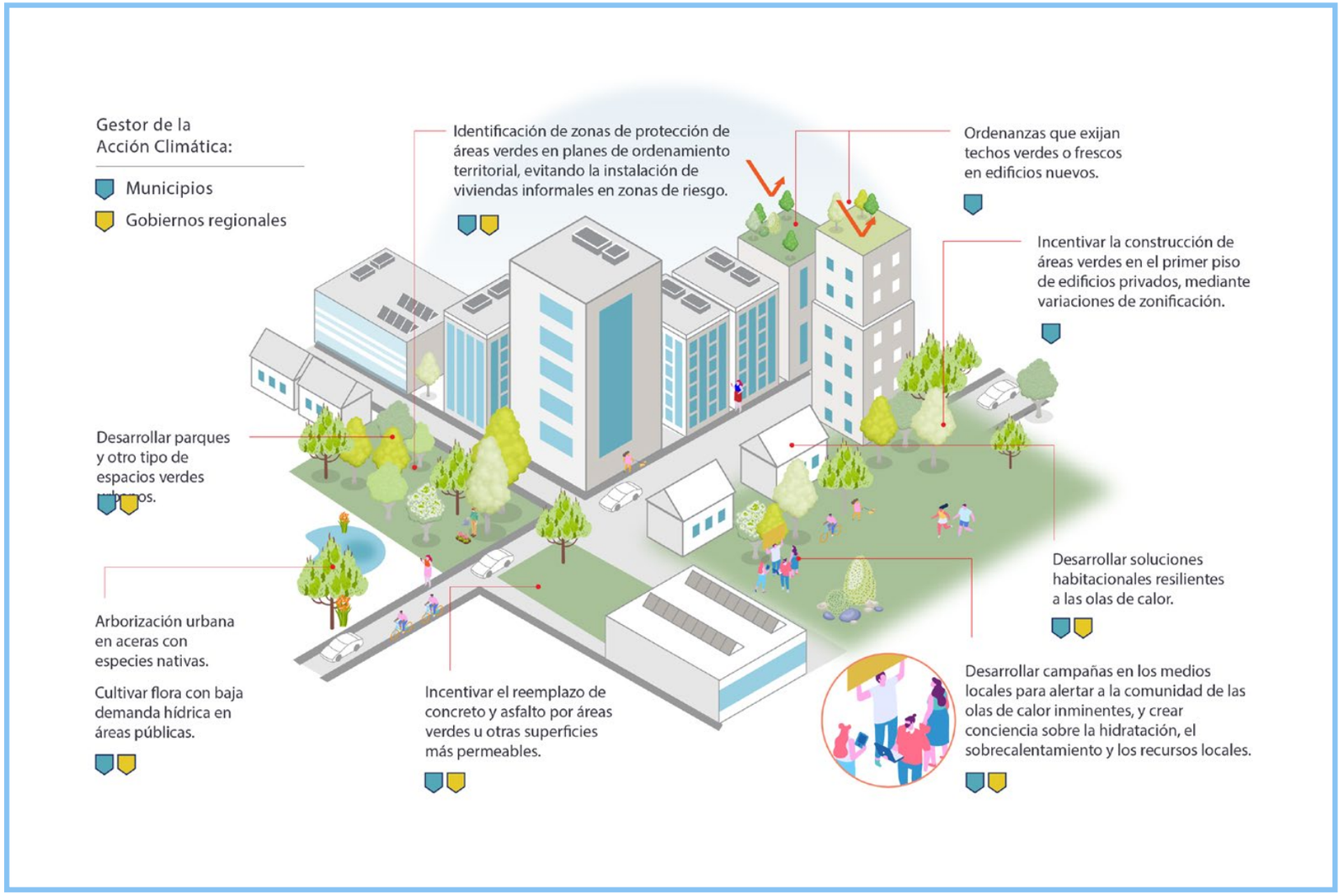


Figura 20. Acciones sugeridas para la transformación "La infraestructura urbana está preparada para las olas de calor".
Fuente: (BID, 2023).

6.3.1.6 Sistema de Certificación Ambiental Municipal

El Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)[35] es un sistema integral de carácter voluntario, que permite a los municipios instalarse en el territorio como un modelo de gestión ambiental. El número de municipios que eran parte del SCAM a marzo 2024 era de 240, lo que corresponde al 70% de las municipalidades del país. En la Figura 21 se observa la evolución en el número de municipalidades que han participado en el SCAM desde el año 2016.

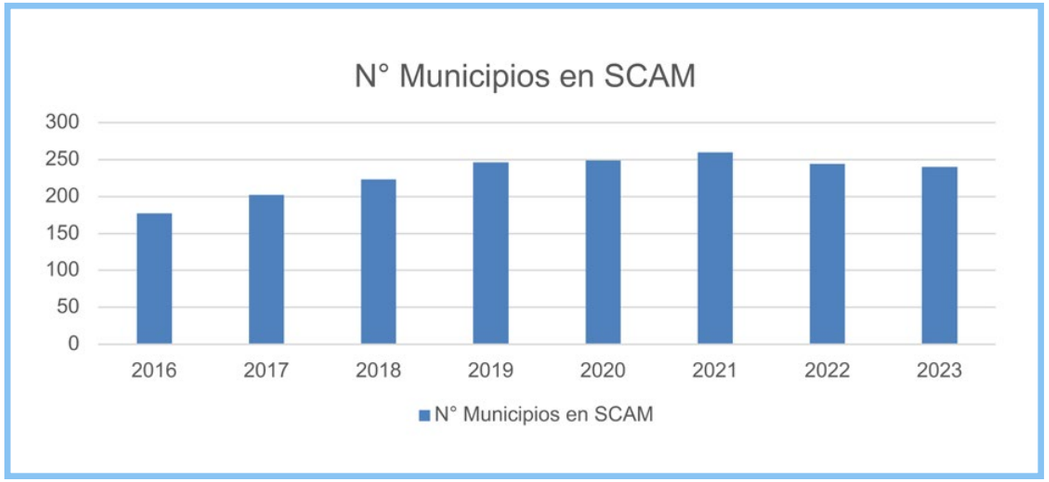


Figura 21. Cantidad de Municipios activos en SCAM por año.
Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

En la Figura 21 se observa una baja en los años 2022 y 2023. Esta se debe a que muchos recursos municipales fueron reasignados durante la pandemia del COVID-19, entre 2020 y 2021, lo que implicó cambios para las responsabilidades del personal municipal también, quitando prioridad a las temáticas medioambientales. Esto tuvo efectos negativos en los expedientes entregados por las municipalidades, provocando en muchos casos la no certificación de estos. Otros municipios tomaron la decisión de no continuar con su participación en SCAM hasta que logren reorganizar la gestión interna de las temáticas medioambientales de la comuna. El proceso de certificación consta de cinco etapas de varios meses de duración (entre 6 y 18 meses), por lo que el efecto de la pandemia se vio reflejado en los años posteriores a esta.

SCAM consta de cinco niveles de certificación, instruyendo desde el inicio entre otras cosas:

- La elaboración de un diagnóstico ambiental, con el que se busca identificar las debilidades y fortalezas del municipio en temas de gestión interna y del estado del medio ambiente a nivel comunal
- Elaboración e implementación de la Estrategia Ambiental Comunal, instrumento de planificación que busca mejorar la gestión ambiental local en el municipio y su comuna, basado en criterios de sustentabilidad y eficiencia para un desarrollo armónico de los recursos, del territorio y de la población comunal
- Acciones de Educación Ambiental ya sea en apoyo a la gestión ambiental de establecimientos educacionales, como también acciones de Educación Ambiental Comunitaria
- Elaboración o actualización de Ordenanzas Ambientales
- Promover la gobernanza y la participación ciudadana, mediante la conformación de Comités Ambientales Comunales que trabajan en conjunto al municipio para hacer gestión ambiental. Esto último en directa relación con el acuerdo de Escazú

El último nivel de la certificación se llama Gobernanza Ambiental-Climática Comunal. En esta fase los municipios deben formar una mesa con actores públicos, privados, comunitarios y académicos para profundizar su trabajo en torno a un tema específico decidido entre todos, o "vocación ambiental", en un horizonte de 5 años. Para la implementación de la vocación ambiental respectiva, se facilitan los vínculos con otras iniciativas públicas y privadas específicas, como por ejemplo, el programa Comuna Energética. Actualmente existen 26 municipios certificados en la fase 5 de Gobernanza Ambiental Climática Comunal.

En la Tabla 31, a continuación, se presentan las comunas participantes del programa SCAM y su grado de avance.

[35] Portal SCAM: https://scam.mma.gob.cl/portal

Tabla 31. Etapa de avance en que se encuentran las distintas comunas participantes del programa SCAM (actualizado a abril 2024).

Etapa Gobernanza	Municipios	Total
0. En proceso de Certificación Básica	Putre, Camiña, Calama, Ollague, Sierra Gorda, Tierra Amarilla, Punitaqui, Los Vilos, Río Hurtado, Concon, El Tabo, Putaendo, Limache, Rinconada, Padre Hurtado, Pirque, Cerrillos, Navidad, Lolol, Romeral, Curarrehue, Galvarino, Cochamó, Frutillar, Fresia, Máfil, Coyhaique, Cabo de Hornos, Río Verde	29
1. Certificados en Básica	Taltal, La Higuera, Illapel, Olmué, Viña del Mar, Papudo, Cabildo, Las Condes, Buin, San Miguel, Til-Til, Lo Espejo, Ñuñoa, Alhué, Isla de Maipo, San Fernando, Coinco, Graneros, Pumanque, Olivar, Vichuquén, Villa Alegre, Hualañe, Negrete, Quilleco, Mulchén, Hualqui, Tucapel, Portezuelo, Cobquecura, Bulnes, Toltén, Freire, Río Bueno, Chonchi, Río Negro, Osorno, Quemchi, Puqueldón, Castro, Río Ibáñez, Villa O´Higgins, Aysén	43
2. Certificados en Intermedia	Pozo Almonte, Alto Hospicio, Tocopilla, Diego de Almagro, Alto del Carmen, Ovalle, Paihuano, Santa María, Casablanca, María Pinto, La Cisterna, El Bosque, Macul, Melipilla, Curacaví, Talagante, San José de Maipo, Conchalí, El Monte, Pudahuel, Estación Central, Pichilemu, Doñihue, Paredones, Litueche, Peralillo, Malloa, Mostazal, Requínoa, San Vicente de Tagua Tagua, Pelluhue, Teno, Linares, Curepto, Licantén, Cauquenes, Chanco, Empedrado, Pelarco, Contulmo, Coronel, San Rosendo, Tome, Antuco, Quilaco, Coihueco, Quirihue, Vilcún, Melipeuco, Cholchol, Ercilla, Lonquimay, Curacautín, Carahue, Los Sauces, Cunco, Mariquina, Calbuco, Ancud, Puerto Montt, Guaitecas, Cochrane, Lago Verde, Cisnes, Punta Arenas.	65
3. Certificados en Excelencia	Arica, Pica, Copiapó, Chañaral, Monte Patria, Vicuña, Canela, Llay-Llay, Villa Alemana, Cartagena, Algarrobo, La Calera, Puchuncaví, San Joaquín, Lo Prado, Providencia, San Bernardo, Huechuraba, La Granja, La Estrella, Las Cabras, San Clemente, San Javier, Parral, Curicó, Yerbas Buenas, Los Álamos, Lebu, Santa Bárbara, Florida, Pinto, San Nicolás, San Carlos, Yungay, Teodoro Schmidt, Puerto Saavedra, Pitrufquén, Lautaro, Los Lagos, La Unión, Tortel, Torres del Paine.	42
4. Certificados en Excelencia Sobresaliente	Huasco, Caldera, Andacollo, La Serena, Quilpué, Los Andes, El Quisco, La Florida, Cerro Navia, Renca, Recoleta, Paine, Santiago, Quinta Normal, Independencia, San Pedro, Quilicura, Codegua, Talca, Molina, Constitución, Cañete, Curanilahue, Cabrero, Laja, Chillán Viejo, Villarrica, Purén, Padre de las Casas, Victoria, Perquenco, Futrono, Panguipulli, Paillaco, Puerto Natales.	35
5a. Certificados en Gobernanza Ambiental Climática- Etapa Apresto	Vallenar, Santo Domingo, Lo Barnechea, Puente Alto, Maipú, Vitacura, Chiguayante, Talcahuano, Nacimiento, Concepción, Hualpén, Chillán, Pucón, Temuco, Traiguén, Loncoche, Nueva Imperial, Valdivia,	18
5b. Certificados en Gobernanza Ambiental Climática Etapa Implementación	Coquimbo, Peñalolén, Palmilla, Gorbea	4
5c. Certificados en Gobernanza Ambiental Climática Etapa Consolidación	San Antonio, Colina, Calera de Tango, San Pedro La Paz.	4
TOTAL		**240**

Fuente: elaboración propia, Ministerio del Medio Ambiente.

En relación con otros instrumentos de gestión ambiental, el SCAM está participando activamente para apoyar la implementación de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC). SCAM participó del equipo coordinador que, en conjunto con PNUD, desarrolló la Guía Metodológica para la elaboración de un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático[36].

Adicionalmente, en 2023 SCAM entregó un subsidio para apoyar la elaboración y actualización de los PACCC. Los municipios beneficiados fueron: Chañaral, Santo Domingo, Pichilemu, San Clemente, Chillán, Hualpén, Concepción, Talcahuano, Gorbea, Perquenco y Cochrane. Se espera continuar con el apoyo a nuevas comunas.

A partir del presente año 2024, el Sistema de Certificación Ambiental Municipal va a experimentar un cambio en el modelo de certificación, abordando la gestión ambiental por Sellos Temáticos, entre los cuales se encuentra el Sello de Cambio Climático, el que va a considerar el logro de varios requisitos técnicos tales como: reporte del estado de avance en la implementación de los PACCC, Elaboración de Estrategia Hídrica Local y sus respectivos reportes de avance.

6.3.1.7 Academia SUBDERE

La Academia SUBDERE se inserta como Departamento especializado dentro de la División de Políticas y Estudios de la Subsecretaria de Desarrollo Regional (SUBDERE), y su quehacer está orientado a fortalecer a las Municipalidades y gobiernos regionales del país, en el marco del proceso de descentralización y modernización, a través del diseño e implementación de programas de capacitación y formación de funcionarios, que apuntan al perfeccionamiento de su capital humano.

[36] Ver en https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/06/Guia-PACCC.pdf

Entre 2020 y 2023 se llevaron a cabo actividades de capacitación programadas anualmente por la Academia de Capacitación de la SUBDERE[37]. Dichas actividades son realizadas en modalidad de diplomados, cursos y financiamiento de proyectos en las más diversas materias que abordan el desarrollo regional y local. Las líneas de oferta, desde donde la Academia SUBDERE ha generado esfuerzos locales de mitigación al Cambio Climático a nivel comunal desde el año 2020, son las siguientes:

a) Diplomados

Este componente tiene por objetivo entregar conocimientos teóricos y prácticos que contribuyan a mejorar el desempeño de municipios y gobiernos regionales mediante el diseño e implementación de Diplomados. Estos pueden ser dictados en modalidad presencial, semipresencial o virtual por universidades chilenas que cuenten con acreditación de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA). Los Diplomados están dirigidos a funcionarios/as y autoridades municipales y de los gobiernos regionales, incluyendo a profesionales bajo la modalidad honorarios y personal de asociaciones municipales con personalidad jurídica.

La modalidad de producción es mediante diplomados de 130 o 200 horas, pedagógicas, certificados por la universidad responsable y diseñada por la Academia, en conjunto con otros actores relevantes, cuyos contenidos son pertinentes y dirigidos exclusivamente al mundo municipal y de gobiernos regionales. Los contenidos son definidos o actualizados tras un trabajo colaborativo con instituciones del gobierno central expertas en cada materia.

Tabla 32. Listado de diplomados vinculados a cambio climático dictados a través de Academia SUBDERE.

Año	Título	Descripción
2020	Diplomado en Cambio Climático	El objetivo del diplomado fue entregar los elementos conceptuales y metodológicos necesarios, que permitan comprender, diseñar e implementar sistemas y herramientas de gestión ambiental tanto a nivel territorial como institucional teniendo presente las variables del cambio climático en el territorio.
2020	Diplomado en Gestión Ambiental Municipal	El objetivo del diplomado fue conocer y valorar el control estratégico de la gestión en la fiscalización de los actos administrativos financieros y operativos, generando transparencia y eficiencia en el uso de los recursos públicos.
2020, 2021, 2022	Diplomado en Gestión energética local	El objetivo del diplomado fue capacitar a funcionarios municipales con el fin de entregar herramientas que permitan levantar, formular, evaluar, implementar, monitorear y replicar proyectos e iniciativas asociadas a la sostenibilidad energética en el ámbito residencial, público y privado.
2021	Diplomado en Diseño de Proyectos Sustentables Medioambientales	El objetivo del diplomado es desarrollar y fortalecer la capacidad de generar proyectos de sustentabilidad ambiental, a través de distintas metodologías sobre diseño y evaluación de proyectos, y con ello impactar de manera positiva en el desarrollo de la comunidad
2021	Diplomado en Desarrollo Sostenible a Nivel Municipal	El objetivo del diplomado fue entregar conceptos básicos para entender la relación entre cambio climático y los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030. Es así como los alumnos comprendieron cómo ello impacta en su repartición pública, así como en la comunidad.
2022	Diplomado en Acción Climática y Gestión Municipal	El objetivo del diplomado fue proporcionar conocimientos sobre las causas y consecuencias del cambio climático, identificar necesidades de mitigación y adaptación a escala local y territorial, entregar herramientas de evaluación de proyectos, modelación de sistemas socio ecológicos y planificación para la acción local, y finalmente profundizar en la integración del cambio climático en la gestión municipal desde un enfoque práctico y aplicado, a partir de la formulación de un proyecto concreto de acción climática local
2022, 2023	Diplomado en Liderazgo Territorial para la Seguridad Hídrica	El objetivo del diplomado fue desarrollar capacidades de liderazgo en funcionarios y funcionarias de Gobiernos Subnacionales para la seguridad hídrica a nivel territorial basadas en el dominio técnico, la regulación y la gobernanza del recurso.
2023	Diplomado en Gestión Energética Regional y Local	El objetivo del diplomado fue capacitar a funcionarios municipales y de gobiernos regionales con el fin de entregar herramientas que permitan levantar, formular, evaluar, implementar, monitorear y replicar proyectos e iniciativas asociadas a la sostenibilidad energética en el ámbito residencial, público y privado.
2023	Diplomado en Fomento y Economía Circular para el Desarrollo Territorial	El objetivo del diplomado fue entregar los elementos conceptuales y metodológicos necesarios, que permitan a los gobiernos de los territorios tanto la creación como posterior puesta en marcha de acciones circulares, entregar apoyo a organizaciones públicas y privadas, contribuyendo al desarrollo económico local circular. Logrando una relación más armónica con los territorios donde la población que vive en ellos tenga mayor incidencia sobre su desarrollo.
2023	Diplomado en Gestión Ambiental	El objetivo del diplomado fue entregar los elementos conceptuales y metodológicos necesarios, que permitan comprender, diseñar e implementar sistemas y herramientas de gestión ambiental tanto a nivel territorial como institucional. Al término del Programa, funcionarios y funcionarias estarán en condiciones de reconocer problemas ambientales de carácter local, desarrollar indicadores y protocolos de gestión ambiental; diseñar e implementar estrategias ambientales territoriales, en orden a lograr una Gestión Ambiental adecuada a la realidad socio territorial, productiva y de servicios, en el marco de un desarrollo sustentable.

Fuente: elaboración propia, Subsecretaría de Desarrollo Regional.

[37] En el 5IBA esta iniciativa había sido reportada como una medida habilitante de mitigación, sin embargo, en el presente reporte se define como un "medio de implementación".

b) Desarrollo Humano para Asociaciones LIDERA

Es una línea de capacitación orientada al desarrollo humano para asociaciones regionales y municipales. Su objetivo es financiar proyectos que permitan fortalecer la gestión, innovación, perfeccionamiento y fortalecimiento de identidades locales y regionales mediante la realización de actividades de capacitación e intercambio, destinadas a funcionarios y funcionarias municipales y/o regionales.

Las actividades definidas por la Academia SUBDERE a través de LIDERA corresponden a seminarios, jornadas, ferias, cursos, charlas y/o talleres que propendan al fortalecimiento de la asociatividad territorial, desarrollo de la capacidad de gestión y capital humano, innovación y transformación digital, identidad local y regional, y aquellas temáticas pertinentes a la gestión y administración del territorio local. En la Tabla 33 a continuación se muestran algunas actividades que fueron implementadas a través de esta iniciativa.

Foto: Bryan Contreras

Tabla 33. Actividades implementadas a través de Desarrollo Humano para Asociaciones.

Año	Título	Descripción
2023	Conferencia Internacional: Los Municipios y el Desafío de la Acción por el Clima	Gestionado en conjunto con la Asociación Chilena de Municipalidades (ACHM). El propósito del evento es aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces de los gobiernos locales en relación con el cambio climático y las acciones para avanzar hacia una sociedad resiliente.
2023	Un Nuevo Modelo de Gestión y Valorización de Residuos Domiciliarios para la Provincia de Llanquihue	Gestionado con la Asociación de Municipalidades Provincia de Llanquihue para el Manejo Sustentable de Residuos y Gestión Ambiental. En agosto de 2022 se publicó la Hoja de Ruta para el compostaje en la Provincia de Llanquihue. Este documento fue elaborado por Local Compost Chile y Regenera Orgánico por encargo de la Asociación de Municipalidades de la Provincia de Llanquihue para el Manejo Sustentable de Residuos y Gestión Ambiental. El objetivo de esta hoja de ruta es aumentar la vida útil del relleno sanitario a través de una gestión integral de los residuos alineada con los principios de la economía circular, colocando el foco en la revalorización de los residuos orgánicos. Durante la elaboración de la Hoja de Ruta, y en base a las experiencias de funcionarios municipales y regionales, se realizó un diagnóstico de la situación de la provincia, en este se incluyó la identificación de múltiples barreras y oportunidades para la gestión de los residuos. Cabe destacar que el trabajo de la asociación comenzó en 2022, pero parte del trabajo recibido por SUBDERE comenzó en 2023.
2023	Proyecto Paisajes de Conservación para la Protección Ambiental	Gestionado con la Asociación de Municipalidades para la Preservación de la Biodiversidad en el Territorio Nonguén y Otros Ecosistemas. El proyecto busca que los equipos técnicos de las Asociaciones de Municipios que se ocupan de la protección de la biodiversidad puedan fortalecer su gestión, conociendo las formas utilizadas en las figuras de protección ambiental que permite la ley orgánica de municipalidades. Esto se refiere a los Paisajes de Conservación y las Reservas Naturales Municipales, herramientas innovadoras en la gestión local y que obtienen relevancia en la actual crisis climática, la obligatoriedad de los municipios de crear sus Planes de Acción Comunal de Cambio Climático y a la urgente necesidad de prepararse ante el cambio climático acelerado.

Fuente: elaboración propia, Subsecretaría de Desarrollo Regional.

6.3.1.8 Programa de Acreditación Oficina Verde [38]

Oficina Verde es un programa de acreditación que impulsa el Ministerio del Medio Ambiente y cuyo objetivo es que las instituciones públicas y entidades privadas incorporen buenas prácticas ambientales en la administración de las dependencias físicas de la institución, como en la gestión interna, logrando que sus colaboradores internalicen cambios conductuales respetuosos con el medio ambiente.

Su Implementación del programa contribuye a disminuir los impactos ambientales que genera el funcionamiento de las organizaciones y es un aporte para mitigar los efectos del cambio climático, ya que fomenta la incorporación de buenas prácticas ambientales

[38] https://portaloficinaverde.mma.gob.cl/

en campos como: manejo de residuos en la oficina (economía circular), eficiencia hídrica y energética, transporte sustentable, compras y adquisiciones sustentables, digitalización de procesos y disminución en el uso del papel, etc. Las instituciones participantes son objeto de auditorías por parte del Ministerio del Medio Ambiente para acreditar el cumplimiento de las metas impuestas.

El programa se inició el año 2018 por medio de un piloto de implementación en dos instituciones públicas. A partir de 2019 se generó un ingreso masivo de servicios públicos y en este mismo año se piloteó con organizaciones del sector privado, con muy buenos resultados en términos de impacto y recepción por parte de los colaboradores/as.

Actualmente, el programa cuenta con 81 instituciones participantes, de las cuales 67 son instituciones públicas y 14 son entidades privadas.

En la Figura 22, se presenta la información desagregada de las instituciones públicas y privadas con convenio, según su estado de avance al año 2024.

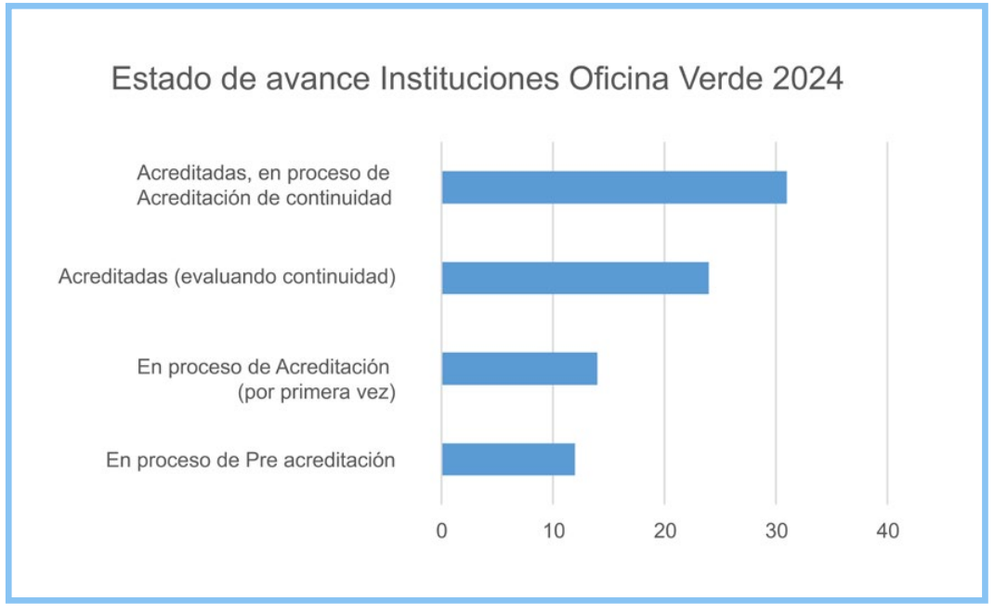


Figura 22. Estado de Avance Instituciones Oficina Verde 2024

Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que en enero de 2024 se finalizó el proceso de actualización de las bases de funcionamiento del programa, siendo aprobadas por la resolución N° 005 de enero 2024, y dentro de las principales modificaciones se realizó el cambio de nombre del programa, pasando a llamarse Oficina Verde para instituciones públicas y privadas.

Adicionalmente se crearon nuevas etapas de mantención y continuidad del proceso, enfatizando el concepto de mejora continua del programa, y generando una temporalidad potencial de hasta 5 años de trabajo acompañado para llegar desde la pre acreditación a la acreditación de excelencia sobresaliente. En el Programa existen tres etapas:

- Etapa de Pre-Acreditación: etapa que da inicio al proceso de acreditación, en la que se considera la creación de un Comité Oficina Verde al interior de la institución respectiva; la elaboración de diagnóstico de gestión ambiental, y el diseño de un Plan de Gestión Ambiental.
- Etapa de Acreditación: existen 4 niveles de acreditación: Nivel Básico; Nivel Intermedio; Nivel Excelencia y Nivel Excelencia Sobresaliente, los que se diferencian por la exigencias, compromisos y metas desarrolladas por la entidad en proceso de acreditación. Implica el funcionamiento del Comité Oficina Verde; la ejecución del Plan de Gestión Ambiental, junto con campañas educativas y de difusión, dirigidas a colaboradores, usuarios y proveedores.
- Etapa de Mantención de la Acreditación con 3 niveles: Mantención Nivel Intermedio; Mantención Nivel Excelencia y Mantención Nivel Excelencia Sobresaliente. Esta etapa supone el interés de la institución, que ya ha obtenido la Acreditación en Nivel Excelencia y/o Excelencia Sobresaliente, de sostener en el tiempo las buenas prácticas ambientales y mejoras obtenidas gracias al desarrollo del Plan de Gestión Ambiental.

Las principales actividades que promueve el Programa Oficina Verde son:

- **Constituir un Comité Oficina Verde (COV):** conformado por directivos y colaboradores del organismo, cuyo objetivo es supervisar el avance de las metas ambientales; apoyar las líneas de trabajo y cooperar para que el proceso de implementación del programa se instale exitosamente en sus respectivas divisiones u oficinas.
- **Elaborar un diagnóstico acerca de la gestión y políticas ambientales internas:** considera levantamiento de información acerca del uso de materiales (papel, etc.), compras con criterios de sustentabilidad, cuantificación de generación de residuos, consumo de energía y agua, existencia de políticas de gestión ambiental, transporte de colaboradores y flota institucional (uso de bicicleta, tipo de vehículo, etc.), acciones de capacitación o sensibilización a colaboradores y registro o acreditación en Programa HuellaChile.
- **Confeccionar una política interna de gestión ambiental:** con el fin de definir los principios rectores en materia de sustentabilidad que se incorporarán en el funcionamiento de las oficinas de la institución.
- **Elaborar e implementar un Plan de Gestión Ambiental Institucional:** que incorpore acciones y metas concretas que permitan implementar o mejorar las brechas encontradas durante en proceso de diagnóstico. Se deben abarcar los mismos puntos considerados en el diagnóstico.
- **Elaborar una estrategia de difusión interna y externa de la Acreditación y de capacitación a colaboradores:** con el fin de facilitar el conocimiento de las acreditaciones, a través de mensajes que promuevan la identificación y empatía con el programa. Por su parte, las capacitaciones deberán considerar materias como buenas prácticas ambientales en la oficina, gestión de residuos, ahorro energético, ahorro de agua, transporte sustentable, cambio climático, huella de carbono, entre otros.

6.3.2 Educación ciudadana para abordar el cambio climático

Este componente tiene como objetivo sensibilizar y educar a niñas, niños, jóvenes y adultos sobre el cambio climático, a nivel formal, no formal e informal, estimulando la búsqueda y puesta en marcha de soluciones transformadoras para enfrentar la urgencia climática, con enfoque intercultural, intergeneracional y de género, y define los siguientes lineamientos:

1. Consolidar una institucionalidad que diseñe, gestione y articule a nivel nacional, regional y local, las distintas acciones que promuevan el desarrollo de capacidades y empoderamiento climático vinculados a educación.

2. Generar conciencia pública e incentivar la acción climática, de manera inclusiva, en la gestión ambiental y el desarrollo de acciones y soluciones individuales y colectivas, a los problemas que se derivan de la crisis climática.

3. Fomentar en toda la trayectoria educativa de las y los estudiantes el desarrollo de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, con el propósito de lograr un compromiso activo con la crisis climática y los desafíos ambientales que afectan a la población a escala global y local, aplicando un enfoque territorial y de género.

4. Promover y favorecer en estudiantes de educación universitaria y técnico profesional el conocimiento, la comprensión y la formación ética ambiental, para asegurar el desarrollo del pensamiento crítico, la búsqueda de soluciones innovadoras y la creación de liderazgos juveniles en materias de cambio climático.

A continuación, se describen diversas iniciativas, que contribuyen a la implementación de estos lineamientos y sus líneas de acción.

6.3.2.1 Avances desde el Ministerio de Educación: Marco de Educación Integral para la Sustentabilidad y el Cambio Climático 2024-2027

Con la entrada en vigor de la Ley Marco de Cambio Climático se inicia un proceso que otorga mayor protagonismo y responsabilidad al Ministerio de Educación, sumándolo a nuevos espacios de incidencia técnico-política, como el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático y el Comité Coordinador de Acción para el Empoderamiento Climático (CCAEC).

Posteriormente, dentro del MINEDUC se constituye un Comité conformado por profesionales que históricamente han representado al Ministerio de Educación en diversas instancias intersectoriales, relacionadas con el medio ambiente. Este Comité asume la responsabilidad de coordinar la elaboración de un lineamiento común que enfrente los desafíos de la nueva institucionalidad medioambiental, basándose en instrumentos normativos y en las obligaciones y compromisos ratificados por el Estado.

El Marco de Educación Integral para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (MEISC) surge para armonizar todo lo anterior en un código pedagógico e integrar las iniciativas comprometidas en el Plan de Implementación del Acuerdo de Escazú (PIPE), las acciones declaradas en la Iniciativa País de la Red de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS 2030) y las tareas pendientes en materia de inclusión, equidad y calidad emanadas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. También se abordan las brechas identificadas por diversos informes sobre el derecho a la educación y la protección de trayectorias educativas en el sistema.

El principal fundamento que envuelve la elaboración de este Marco es otorgar coherencia sistémica a las medidas que se desarrollen en la materia, a fin de que se vuelvan parte de una política de carácter obligatorio, considerando la normativa y los compromisos nacionales e internacionales adquiridos por Chile, con especial atención en aquellos que cruzan la educación en materia medioambiental:

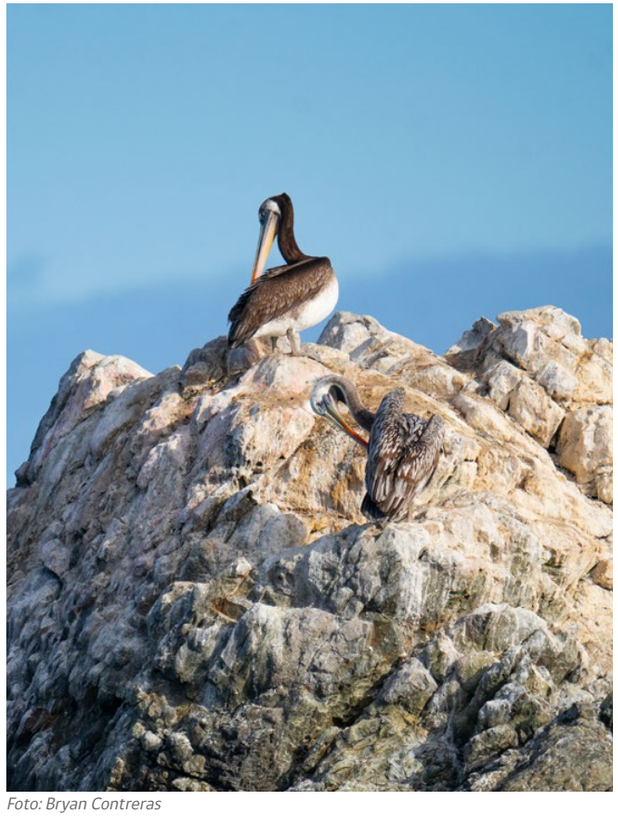


Foto: Bryan Contreras

En el marco de la Convención Internacional de los Derechos del Niño/a (CDN), el Estado de Chile instala un avance jurídico desde los postulados que establece la Ley 21.430 sobre Garantías y Protección Integral de los Derechos de la Niñez y Adolescencia, innovando al incorporar derechos asociados al medioambiente, indicando que "niños, niñas y adolescentes tienen derecho a vivir en un medio ambiente saludable y sostenible, a conocerlo y a disfrutar de él" (Art. 48, Ley 21.430). Esto insta al Estado de Chile a aumentar los conocimientos y la preparación de los niños ante el cambio climático y los desastres naturales, incorporando estos temas a los planes de estudios de las escuelas y los programas de formación de maestros (CRC/C/CHL/CO/4-5).

La Ley General de Educación, en su artículo 2°, establece que "la educación es 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. Se enmarca en el respeto y valoración de los derechos humanos y de las libertades fundamentales, de la diversidad multicultural y de la paz, y de nuestra identidad nacional, capacitando a las personas para conducir su vida en forma plena, para convivir y participar en forma responsable, respetuosa, solidaria, democrática y activa en la comunidad, para trabajar y contribuir al desarrollo del país".

La Ley de inclusión escolar en su artículo 1° adscribe al principio de sustentabilidad y sostiene que: "El sistema incluirá y fomentará el respeto al medioambiente natural y cultural, la buena relación y el uso racional de los recursos naturales y su sostenibilidad"; en tanto la Ley de formación ciudadana, indica que los establecimientos educacionales deberán propender a la formación de ciudadanos con valores y conocimientos para fomentar el desarrollo del país, con una visión del mundo centrada en el ser humano, como parte de un entorno natural y social. Junto con un llamado a fomentar la participación de las/os estudiantes en temas de interés público, lo cual se ve potenciado por los requerimientos que realiza a educación el Acuerdo de Escazú.

Un instrumento de gestión educativa que también complementa los antecedentes relacionados al abordaje de los temas asociados a cambio climático es el Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE), que define que la Seguridad Escolar y Parvularia tiene como objetivo "desarrollar en nuestro país una cultura de autocuidado y prevención de riesgos".

La Ley Marco de Cambio Climático y la "Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático Chile", incluyen un componente vinculado a Educación y Sensibilización de la ciudadanía para abordar el cambio climático.

Su elaboración consideró los aportes de los equipos ministeriales, la revisión normativa, los procesos de consulta liderados por el MMA, las recomendaciones de diversas fuentes y los múltiples encuentros con actores nacionales e internacionales con experiencia educativa en la materia, propiciados por el intersector, organismos de cooperación internacional y organizaciones de la sociedad civil, entre otros.

Este Marco tiene como objetivo "Educar en la promoción del conocimiento, respeto, cuidado y protección del medioambiente, la sustentabilidad y la adaptación al cambio climático en todo el sistema educativo, contribuyendo activamente a una sociedad más justa, sostenible, inclusiva y resiliente desde una perspectiva de cooperación global", a través de cuatro ejes:

Eje	Objetivo Específico
Gestión institucional	Desplegar una gobernanza que sustente la instalación y transversalización del Marco de Educación Integral para la Sustentabilidad y la adaptación al Cambio Climático en el sistema educativo
Desarrollo de Capacidades e Innovación	Fortalecer las capacidades de la comunidad educativa, a través de la participación colaborativa y la innovación educativa en torno a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)
Transformación de Espacios de Aprendizaje	Transversalizar en la trayectoria educativa una visión esperanzadora que aborde la triple crisis planetaria, promoviendo la resiliencia climática mediante la vinculación transdisciplinar del currículum nacional
Vinculación Territorial	Fortalecer redes colaborativas a nivel local, regional, nacional y global, que favorezcan el intercambio de experiencias de las comunidades educativas en el desarrollo de soluciones a problemáticas y desafíos medioambientales de su territorio

A la fecha de cierre de este reporte, aún no se publica la versión final de este marco.

Estado de la educación para el Desarrollo Sostenible

El Ministerio de Educación de Chile, con el apoyo técnico de la UNESCO y el patrocinio del Gobierno de Japón, realizó un levantamiento integral del estado de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), específicamente en sus fases I y II, en el marco de la participación en la Red EDS 2030. Este esfuerzo permitió recopilar experiencias, analizar el contexto educativo chileno y generar recomendaciones para fortalecer la educación vinculada al desarrollo sostenible. Los resultados obtenidos buscan alinear las acciones educativas nacionales con los compromisos internacionales establecidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030.

En relación con el cambio climático, este proceso involucró un diagnóstico que buscó identificar cómo esta temática está siendo tratada en el currículo escolar y las prácticas pedagógicas, mediante consultas con actores educativos nacionales y el análisis de experiencias internacionales. A partir de este levantamiento, se hicieron recomendaciones para la integración del cambio climático como un eje transversal en la educación, enfatizando la formación ciudadana, la sostenibilidad y la acción climática en la formación docente y en los planes de estudio.

Sitio de Educación para la Sustentabilidad del Ministerio de Educación

El sitio de Educación para la Sustentabilidad del Ministerio de Educación de Chile[39] es una plataforma central para coordinar, informar y respaldar las iniciativas relacionadas con el Marco de Educación Integral para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (MEISC).

[39] https://sustentabilidad.mineduc.cl/

El sitio tiene como propósito central transversalizar el MEISC desde la educación parvularia hasta la educación superior, promoviendo una cultura de compromiso, esperanza y acción climática. En este espacio, las comunidades educativas pueden acceder a un amplio catálogo de recursos, incluyendo antecedentes normativos, estudios, guías pedagógicas y documentación de apoyo, diseñados para orientar las acciones educativas hacia la protección del medioambiente y la construcción de una sociedad más justa y solidaria.

Además, la plataforma facilita la conexión con herramientas y enlaces clave para que los educadores y estudiantes se conviertan en verdaderos agentes de cambio, comprometidos con el desarrollo sostenible y la construcción de una cultura de paz. Este esfuerzo integral busca no solo resguardar el patrimonio material e inmaterial para las generaciones presentes y futuras, sino también fortalecer la democracia mediante la promoción de una ciudadanía activa y ambientalmente consciente.

Actualización del Currículum Educativo

El año 2020 la Contraloría General de la República aprobó las nuevas bases curriculares para 3º y 4º medio, donde se incluyeron objetivos de aprendizaje más específicos relacionados con el cambio climático. A continuación, se presentan los objetivos específicos de cada asignatura de los planes de formación (ver Tabla 34).

Tabla 34. Objetivos de aprendizaje sobre CC en asignaturas de 3° y 4° medio.

Plan	Asignatura	Objetivo
Plan Común de Formación General	Ciencias para la Ciudadanía	Modelar los efectos del cambio climático en diversos ecosistemas y sus componentes biológicos, físicos y químicos, y evaluar posibles soluciones para su mitigación
	Educación Ciudadana	Explicar el cambio climático como fenómeno global, incluyendo controversias sobre sus múltiples causas, los grados de responsabilidad de distintos actores y sus principales consecuencias para la población.
Plan Común de Formación General Electivo	Historia, Geografía y Ciencias Sociales	Explicar el cambio climático como fenómeno global, incluyendo controversias sobre sus múltiples causas, los grados de responsabilidad de distintos actores y sus principales consecuencias para la población.
Plan de Formación Diferenciada Humanístico-Científica (Ciencias)	Biología de los Ecosistemas	Explicar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, la productividad biológica y la resiliencia de los ecosistemas, así como sus consecuencias sobre los recursos naturales, las personas y el desarrollo sostenible.
		Investigar y comunicar cómo la sociedad, mediante la ciencia y la tecnología, puede prevenir, mitigar o reparar los efectos del cambio climático sobre los componentes y procesos biológicos de los sistemas naturales.
	Física	Analizar, con base en datos científicos actuales e históricos, el fenómeno del cambio climático global, considerando los patrones observados, sus causas probables, efectos actuales y posibles consecuencias futuras sobre la Tierra, los sistemas naturales y la sociedad.
	Química	Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sostenible.

Fuente: elaboración propia a partir de Mineduc (2019).

El Ministerio de Educación de Chile ha iniciado un proceso de Actualización Curricular para adecuar el currículum vigente a las necesidades educativas actuales, asegurando un desarrollo continuo y efectivo de los aprendizajes. Este proceso se centra en las Bases Curriculares de 1° a 6° básico (implementadas en 2012) y de 7° básico a 2° medio (implementadas entre 2013 y 2015). En 2022, se realizó un diagnóstico que concluyó la importancia de mantener y actualizar la priorización curricular, enfocándose en la recuperación de aprendizajes y fortaleciendo procesos de innovación pedagógica. La Consulta Pública de este proceso se llevó a cabo en dos modalidades: en establecimientos escolares, desde el 19 de junio hasta el 2 de agosto de 2024, y una consulta abierta en línea, desde el 1 de julio hasta el 2 de agosto de 2024. Ambas consultas se complementaron con una última consulta a especialistas durante los meses de julio y agosto de 2024.

6.3.2.2 Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE)

El SNCAE es un programa intersectorial de carácter voluntario que entrega una certificación pública a los establecimientos educacionales que implementan de manera efectiva estrategias de educación ambiental en sus comunidades escolares. Es liderado por el Ministerio del Medio Ambiente y coordinado mediante el Comité Nacional de Certificación Ambiental, compuesto por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), como secretaría ejecutiva, el Ministerio de Educación (MINEDUC), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Corporación Nacional Forestal (CONAF) -siendo estas las instituciones fundadoras-, sumándose posteriormente la Subsecretaría de Educación Parvularia, la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), la Fundación Integra, la Dirección de Educación Pública (DEP), el Ministerio de Energía y la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE). Al año 2024, hay 2.339 establecimientos educacionales certificados a lo largo del país, de los cuales 486 son de nivel básico (20,8%), 557 de nivel medio (23,8%) y 1.296 en excelencia (55,4%).

El programa tiene como objetivos:

- Contribuir a una educación para la transformación y desarrollo de una ciudadanía ambiental global
- Impulsar la educación ambiental para la sustentabilidad en todo el quehacer educativo
- Aportar en la creación de una cultura ambiental escolar
- Transformar a la comunidad educativa y las instalaciones del establecimiento en un referente ambiental para el fortalecimiento de la gestión local

El sistema cuenta con tres niveles de certificación: básico, medio y excelencia. Los establecimientos pueden acceder a uno de estos niveles según su estado de avance en los tres ámbitos del SNCAE: Curricular-Pedagógico, Gestión, y Relaciones con el Entorno. El programa busca transversalizar la educación ambiental en actividades curriculares y extracurriculares (Ámbito Curricular Pedagógico), en la gestión ambiental del recinto y en los instrumentos de gestión educativa (Ámbito Gestión), así como también promueve el trabajo con la comunidad educativa y vecina, reconociendo el entorno sociocultural y natural, para lograr un proceso educativo más significativo y transformador (Ámbito Relaciones con el Entorno). De esta forma, el SNCAE apunta al desarrollo de estrategias de educación ambiental para la sustentabilidad que logren integrar los distintos ámbitos de la certificación.

La certificación se rige por un documento llamado Matriz Ambiental, el cual establece una serie de contenidos que orientan a los establecimientos a alcanzar estándares ambientales. A la fecha, este documento define 20 contenidos, organizados en los tres ámbitos de la certificación. En particular, el Ámbito Gestión, con su línea de acción "Gestión Ambiental", invita a los establecimientos al desarrollo de acciones y programas de gestión que promuevan el correcto uso de los recursos, la conservación de la biodiversidad y la producción vegetal, con el objetivo de desarrollar entornos educativos sustentables y promover estilos de vida que permitan hacer frente al cambio climático, a través de acciones que pueden orientarse indistintamente a la adaptación y/o mitigación, siempre teniendo en cuenta que estas acciones deben tener una mirada educativa y territorial.

En particular, dentro de la Matriz se consideran los contenidos "Gestión energética". "Uso eficiente del agua", "Manejo sustentable de los residuos sólidos" y "Producción vegetal sustentable y/o conservación de la biodiversidad" como indicadores a considerar. Estos cuatro contenidos, invitan a los establecimientos a desarrollar programas de trabajo que tengan como objetivo principal el aprovechamiento eficiente de sus recursos, considerando una mirada territorial, situando el proceso de planificación en el contexto económico, ambiental, social, cultural de cada establecimiento, permitiendo que cada comunidad contribuya a la adaptación y mitigación del cambio climático desde sus propias capacidades.

Como apoyo a estos contenidos de la Matriz Ambiental, en octubre del 2020 se publicó el "Manual para la Gestión Ambiental en Establecimientos Educacionales: ENERGÍA / AGUA / RESIDUOS / PRODUCCIÓN VEGETAL Y/O CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD", documento orientado a fomentar buenas prácticas ambientales en la gestión de los establecimientos educacionales, promoviendo el desarrollo de programas de gestión ambiental desafiantes que permitan enfrentar el cambio climático. Asimismo, como complemento a este manual, se han desarrollado documentos orientadores que buscan guiar a los establecimientos educacionales en el diseño, desarrollo y ejecución de sus programas de gestión ambiental.

Sumado a lo anterior, el año 2019 se incorporó a la matriz ambiental el contenido"2.1.7. Reducción del riesgo de desastres ante el cambio climático", el cual se ha mantenido vigente en los últimos años. Este contenido invita a los establecimientos a identificar posibles riesgos asociados al cambio climático, integrarlos en un Diagnóstico Socioambiental del Entorno Local, para luego incluir medidas concretas en su Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE), desarrollando, principalmente, acciones o programas preventivos (adaptación, prevención, mitigación y preparación) y planes de respuesta, con el fin de disminuir la vulnerabilidad ante amenazas asociadas al cambio climático, contribuyendo así a la formación de comunidades educativas más seguras y preparadas. Con el propósito de apoyar la implementación de este contenido, se han llevado a cabo diversos encuentros regionales y nacionales, donde se han entregado orientaciones para el abordaje de esta temática.

6.3.2.3 Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffman

La Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann del Ministerio del Medio Ambiente, busca equilibrar las temáticas ambientales que prioriza el MMA, con las demandas temáticas de mayor significancia de la ciudadanía, comunidades educativas, funcionarios públicos, funcionarios municipales. Con esto se garantiza la transmisión de conocimientos y enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, los que se encuentran orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales. En materia de cambio climático, la Academia realizó 6 ejecuciones de cursos e-learning con tutoría entre los años 2023 y 2024, con un total de 1.413 personas inscritas.

Tabla 35. Ejecuciones de cursos relativos a cambio climático año 2023.

Curso e-learning	Público	Personas inscritas	N° ejecuciones
Cambio climático y Educación ambiental	Docentes y educadores/as de párvulos de establecimientos educacionales	333 (211 + 122)	2
Por una acción climática con enfoque de género	Funcionarios públicos MMA -SEA-SMA y Ciudadanía en general	309	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36. Ejecuciones de cursos relativos a cambio climático año 2024.

Curso e-learning	Público	Personas inscritas	N° ejecuciones
Agua y Cambio Climático: Impactos y oportunidades para la comunidad educativa	Educadores/as de párvulos y docentes de establecimientos educacionales	217	1
Agua y Cambio Climático: Impactos y oportunidades para la ciudadanía	Ciudadanía en general	231	1
Introducción al cambio climático: empoderamiento para la acción	Funcionarios públicos de la Mesa de educación ambiental comunitaria	51	1
Por una acción climática con enfoque de género	Funcionarios públicos MMA -SEA-SMA y Ciudadanía en general	272	1

Fuente: elaboración propia.

Foto: Bryan Contreras

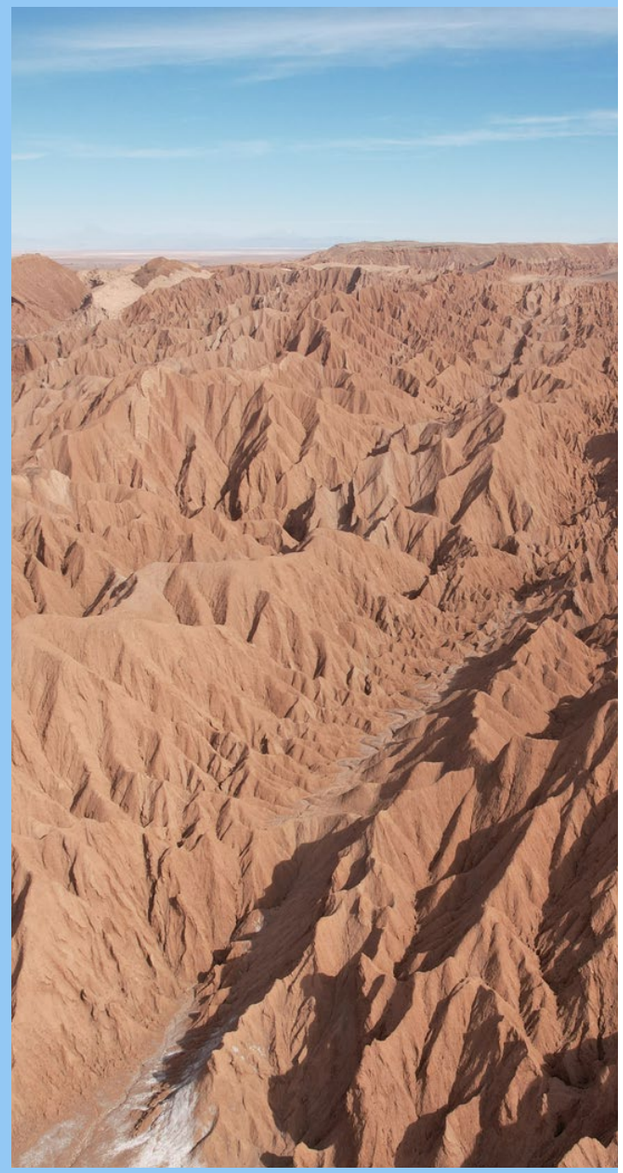


Foto: Tomás Gómez

6.3.2.4 Educación Ambiental Comunitaria

El año 2021, el Departamento de Educación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente crea la línea de trabajo de educación ambiental comunitaria para consolidar la oferta de educación ambiental a la ciudadanía, orientándola a aquellas comunidades que se vinculan con el MMA y que desarrollan acciones territoriales, a partir del trabajo colectivo. Apoyando acciones para enfrentar el cambio climático, entre otras temáticas ambientales. En sentido, se destacan dos iniciativas relacionadas a cambio climático que se han desarrollado/relevado en el periodo 2020 - 2024.

Forjadores Ambientales

El programa de Forjadores Ambientales, que nace el año 1999, bajo el alero de la campaña "Chile, yo te cuido", impulsada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), antecesora del Ministerio del Medio Ambiente. Son grupos autoconvocados y autogestionados que se conforman de manera colectiva fomentando la corresponsabilidad ciudadana en la solución de los problemas ambientales, mejorando la cohesión social de las comunidades, la calidad ambiental y la generación y reconocimiento de sus líderes locales.

En este periodo se ha apoyado la difusión del programa y la creación de nuevos grupos, con una estrategia basada en la difusión de los valores de la educación ambiental. Al año 2024 existen alrededor de 280 grupos activos. Existen grupos organizados en todas las regiones del país realizando campañas, talleres y capacitaciones, teniendo como tema central el cambio climático como englobante de la pérdida de biodiversidad, la contaminación y sus impactos locales.

Guía Metodológica de Educación Ambiental para el Cambio Climático: Un abordaje didáctico para la participación comunitaria

El Ministerio del Medio Ambiente desarrolló el proyecto "Igualdad de Género y Educación Ambiental como Ejes Transversales del Cambio Climático", ejecutado en conjunto por el Departamento de Educación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) de Chile y el Programa de Educación Ambiental del Ministerio de Educación y Cultura (MEC) de Uruguay. El proyecto se ejecutó desde agosto de 2019 y se extendió hasta marzo de 2022.

Este proyecto tuvo dos productos principales, la elaboración del curso online "Educación Ambiental para el Cambio Climático: un abordaje didáctico de la participación comunitaria" que tuvo 2 dictaciones, dirigidas a público chileno y uruguayo; y la elaboración de la "Guía Metodológica de Educación Ambiental para el Cambio Climático: un abordaje didáctico para la participación comunitaria[40]", la que ha sido difundida y utilizada en diversas instancias de formación de líderes ambientales comunitarios.

6.3.2.5 Repositorio de Educación Ambiental

Portal creado por el Departamento de Educación Ambiental, el cual recopila más de 250 materiales y recursos educativos elaborados por el MMA o bien financiados por el mismo, como en el caso del Fondo de Protección Ambiental (FPA). Este repositorio incluye una amplia variedad de formatos, tales como videos, animaciones, presentaciones, juegos interactivos, documentos, afiches, dípticos/trípticos, material didáctico, cuentos y kamishibais, entre otros.

[40] https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Metodologica-de-EA-para-el-CC.pdf

El portal está diseñado para tres públicos objetivos: ciudadanía, docentes y funcionarios públicos, abarcando 8 temáticas ambientales, siendo una de ellas el cambio climático.

Para el caso de los docentes, el repositorio dispone de 70 recursos que incluyen una Ficha de Experiencia de Aprendizaje, la cual entrega orientaciones para el uso del recurso educativo, vinculándolos a asignaturas, cursos y objetivos de aprendizaje, de acuerdo con las bases curriculares (entre nivel inicial a 2° medio).

6.3.2.6 Fondo de Protección Ambiental

El Fondo de Protección Ambiental (FPA) es el primer y único fondo concursable de carácter nacional con que cuenta el Estado para apoyar iniciativas ambientales presentadas por la ciudadanía. Fue creado por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Las Bases Generales del FPA, indican que podrán presentarse al concurso personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, debiendo cumplir con los requisitos específicos establecidos en las Bases Especiales de cada concurso.

El objetivo del FPA es apoyar iniciativas de carácter ciudadano y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientadas a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. El Fondo de Protección Ambiental en todas sus versiones, ha financiado proyectos o iniciativas ciudadanas orientadas a la adaptación, mitigación y/o transferencia tecnológica en materia de cambio climático. Desde el año 2021 hasta marzo 2024, el FPA entregó financiamiento a 549 proyectos o iniciativas que postularon a los distintos concursos disponibles.

El FPA cuenta con una línea especial denominada "Cambio Climático y Descontaminación Ambiental". En esta área hay múltiples líneas temáticas relacionadas con mitigación, entre las que destacan proyectos de gestión integral de residuos, eficiencia energética y generación de energía renovable in situ.

Finalmente, el FPA se ha vinculado desde el año 2012 con la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) por medio de un convenio anual de colaboración. El objetivo es financiar el concurso FPA denominado "Proyectos Sustentables para Pueblos Indígenas", el que selecciona y financia proyectos ambientales postulados por comunidades y asociaciones indígenas, de manera de contribuir a mejorar la calidad ambiental del territorio, sensibilizando a la ciudadanía a través de la valoración del entorno y la educación ambiental, incorporando la cosmovisión de los pueblos indígenas. Por otra parte, y de forma excepcional, el Fondo de Protección Ambiental ha recibido fondos extrapresupuestarios, asociados a multas por daño ambiental generados por empresas privadas. Los concursos FPA generados con estos fondos son de carácter extraordinario. Estos han tenido objetivos técnicos ambientales diversos, entre los que destacan mitigación y prevención de incendios forestales, formación de líderes ambientales, economía circular, conservación de la biodiversidad, entre otros. Es importante destacar que el financiamiento relacionado con multas por daño ambiental fue recibido de manera excepcional. Dado que este se relaciona con impactos negativos al medio ambiente, no es deseable y no forma parte de la planificación regular del FPA.

6.3.3 Cooperación e intercambio de experiencias

Este componente tiene como objetivo fomentar y potenciar la colaboración, cooperación e intercambio a nivel internacional, nacional, regional y local, para el desarrollo e implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, así como también respecto de los medios de implementación relativos a la generación de capacidades, la transferencia tecnológica y el financiamiento climático, y define los siguientes lineamientos:

1. Generar instancias de cooperación, colaboración, intercambios de conocimientos y experiencias entre diferentes actores y grupos, para la implementación de la acción climática.

2. Promover la participación y el desarrollo de redes de intercambio a nivel nacional e internacional, entre grupos con intereses comunes asociados al cambio climático.

A continuación, se describen diversas iniciativas que contribuyen a la implementación de estos lineamientos y sus líneas de acción.

6.3.3.1 Conferencia Local de la Juventud (LCOY) sobre cambio climático – Chile [41]

El Fondo de Protección Ambiental (FPA) es el primer y único fondo concursable de carácter nacional con que cuenta el Estado para apoyar iniciativas ambientales presentadas por la ciudadanía. Fue creado por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Las Bases Generales del FPA, indican que podrán presentarse al concurso personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, debiendo cumplir con los requisitos específicos establecidos en las Bases Especiales de cada concurso.

LCOY corresponde a la Conferencia Local de la Juventud o Local Conference of Youth. Este es un evento bajo el lema de YOUNGO, la constituencia oficial de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para la participación de la juventud mundial en los procesos de negociación climática. Representa una versión nacional de la Conferencia Internacional de la Juventud (Conference of Youth, COY), que tiene lugar inmediatamente antes de la Conferencia de las Partes (Conference of the Parts, COP) de la CMNUCC cada año.

Este espacio levanta una postura en común de las juventudes de Chile en el marco de la discusión contingente en cumbres relativas a la CMNUCC, que trabajan por el bienestar de la sociedad a nivel nacional y mundial. Esta postura es traducida en una declaratoria que cubre los ejes prioritarios considerados por la

[41] Declaración nacional de la juventud sobre cambio climático – 2023

juventud chilena, que aboga por soluciones y compromisos con la gestión pública local, nacional y regional en materia de acción climática. Dicho documento es denominado como la "Declaración Nacional de la Juventud sobre Cambio Climático".

La primera Declaración Nacional de la Juventud sobre Cambio Climático nace en 2021, cuya primera Conferencia ocurrió de manera virtual durante cuatro semanas, donde se discutieron las siguientes áreas temáticas: Acción para el empoderamiento climático; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS); Mercados de carbono y descarbonización de las economías, y Pérdidas y Daños.

Al respecto, en el año 2022 se evaluó el estado de avance de las peticiones en relación con el desarrollo de políticas públicas vinculadas a la Declaración, donde se concluyó que se cumplieron propuestas relacionadas a la acción para el empoderamiento climático, participación juvenil, inclusión y diversidad, forestación, planes de descarbonización con enfoque de transición justa, y fortalecimiento de la investigación científica en lo relativo a Pérdidas y Daños. Cabe destacar que una de las peticiones de las juventudes de Chile a escala nacional fue aprobar el Acuerdo de Escazú, una demanda ciudadana muy presente, hasta que se logró su ratificación durante 2022.

Por otra parte, la segunda versión de la Declaración Nacional de la Juventud sobre Cambio Climático fue creada en 2022, cuya Conferencia contó con un proceso de participación virtual previo al evento presencial, que tuvo lugar entre los días 11 y 13 de agosto del mismo año en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) de Valparaíso. En dicha oportunidad, la declaración contó con cuatro temas prioritarios: Justicia ambiental; Adaptación, pérdidas y daños; Transición justa; Acción y empoderamiento climático.

En términos de implementación de las demandas establecidas por la juventud chilena en la Declaración de 2022, no se observan progresos sustanciales en las materias, sino más bien algunos avances que se pueden vincular a dichas demandas. Al respecto, se encuentra la modificación del Código de Aguas, que establece el agua como un derecho humano, y la aprobación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), junto con la creación de espacios para la implementación del Acuerdo de Escazú y la Transición Hídrica Justa

Luego, la Declaración LCOY 2023 Chile fue construida a partir de un proceso participativo, incluyendo a más de 600 jóvenes provenientes de diversos territorios del país, desarrollado a través de encuentros bi-regionales, espacios exclusivos de participación de grupos más vulnerables al cambio climático, encuentros presenciales macro zonales y la participación asincrónica diseñada para ello. Adicionalmente, para robustecer, validar y finalizar el documento, se desarrolló la Conferencia Local de la Juventud en Concepción durante septiembre de 2023, finalizando con una declaración estructurada en cuatro ejes: Tierra, Agua, Aire y Fuego, incluyendo cinco pilares transversales: Transición Socioecológica Justa; Feminismo Interseccional; Justicia Climática; Gobernanza, y Bienestar.

6.3.4 Acceso a la información y participación ciudadana

Este componente tiene como objetivo Fortalecer el acceso a la información y la participación ciudadana en la institucionalidad y gobernanza climática del país para asegurar la eficacia, calidad y legitimidad de las decisiones y acciones para enfrentar el cambio climático en todos los niveles del Estado y sectores de la política pública, incorporando transversalmente la perspectiva de género en las políticas, programas, planes y acciones en materia de cambio climático, y define los siguientes lineamientos:

1. Facilitar la disposición de información asociada al cambio climático, con el fin de mejorar la accesibilidad, comprensión y la reutilización de la información, en coherencia con el Acuerdo de Escazú y el reglamento que establece el Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático.

2. Fortalecer la participación en la gestión climática en un entorno propicio, transparente y seguro, con representación de todo tipo de personas y edades, con foco especial en los territorios y grupos en situación de vulnerabilidad.

3. Transversalizar la perspectiva de género en todas las políticas, programas, planes y acciones de cambio climático, a modo de que se consideren los impactos diferenciados del cambio climático, aportando en la disminución de brechas de género y relevando la participación de las mujeres como una solución climática, en línea con los principios de la Ley Marco de Cambio Climático y los criterios del pilar social de la ECLP, y de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).

A continuación, se describen diversas iniciativas que contribuyen a la implementación de estos lineamientos y sus líneas de acción.

6.3.4.1 Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático.

La Ley Marco de Cambio Climático, integra el Título V, sobre el Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana, indicando que promoverá y facilitará la participación ciudadana en la elaboración, actualización y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático, que deberá propender a emplear un lenguaje comprensible y contener algunos sub-sistemas de información sobre cambio climático. La misma Ley, identifica al menos cinco sub-sistemas de información sobre cambio climático: Sistema Nacional Inventario Gases de Efecto

Invernadero (GEI); Sistema Nacional de Prospectiva GEI; Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua; Plataforma de Adaptación Climática, y Repositorio Científico de Cambio Climático.

Además, se identifica la necesidad de contar con un subsistema asociado a la elaboración, actualización y seguimiento de los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (ECLP, NDC, Planes Sectoriales de Mitigación y/o Adaptación; Planes de Acción Regionales de Cambio climático, Planes Comunales de Cambio Climático, Planes Estratégicos de Gestión de Cuencas), que pueda integrar otras actividades, acciones, programas, proyectos, instrumentos y presupuestos en materia de cambio climático, con lo cual se propone la generación de sub-sistema de "Acción Climática", y otro que permita implementar los procesos de participación ciudadana.

Por otra parte, sobre participación ciudadana, el artículo 34 de la Ley 21.455 señala que toda persona o agrupación de personas tendrá derecho a participar, de manera informada, en la elaboración, revisión y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático. En esta línea el sistema deberá permitir el acceso oportuno y por medios apropiados a la información necesaria para un efectivo ejercicio de este derecho, la oportunidad y mecanismos para formular observaciones y obtener respuesta fundada de ellas, considerando criterios de viabilidad legal, pertinencia técnica y oportunidad, de manera abierta e inclusiva, teniendo especial consideración con los sectores y comunidades vulnerables, aplicando un enfoque multicultural y de género.

Durante el año 2023, ha estado en revisión de la Contraloría General de la República el Reglamento del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación (DS 17 MMA), el cual establece que este sistema deberá entrar en funcionamiento en un plazo máximo de dos años a partir de su publicación.

Para la implementación de este sistema, entre octubre de 2023 y abril de 2024, se implementó la consultoría "Levantamiento de requerimientos técnicos e informáticos para la implementación del Sistema Nacional de Acceso a la Información y participación ciudadana sobre cambio climático"[42], que propuso una hoja de ruta para la implementación gradual del sistema, incluyendo la manera de abordar las necesidades tanto inmediatas, como a largo plazo en cinco etapas: 1. Desarrollo de la primera versión del SNAICC; 2. Estandarización de datos primarios y de la metadata de los distintos sub-sistemas; 3. Estandarización de interfaces de los subsistemas; 4. Generación de una base de datos de indicadores claves y 5. Generar reportes y visualizaciones de forma automatizada; y 6. Incorporación de inteligencia artificial.

a) Portal web de cambio climático del Ministerio del Medio Ambiente

Entre finales del año 2022 e inicio del año 2023, se actualizó el portal del MMA para cambio climático[43], con apoyo del Programa Euroclima+ y FIIAPP, siguiendo los requerimientos del Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático, para hacer más accesible a la ciudadanía información general sobre el fenómeno y en específico, sobre los distintos instrumentos y esfuerzos de gestión pública del cambio climático en Chile, cómo la Ley Marco de Cambio Climático, los Planes Sectoriales de Adaptación, así como aquellos procesos de elaboración de como la Estrategia Climática de Largo Plazo y el Plan Nacional de Adaptación al cambio Climático, la Contribución Determinada a Nivel Nacional. Por otro lado, la plataforma integra acceso directo al Atlas de Riesgo Climático (ARClim), SNIChile, HuellaChile. Esta actualización, integró una herramienta bot, que permite a la ciudadanía interactuar con el contenido del sitio.

b) Principales solicitudes de información sobre cambio climático

La Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS) del Ministerio del Medio[44] es el canal a través del cual cualquier persona interesada puede solicitar información ambiental y administrativa, presentar reclamos y proponer sugerencias, así como también, recibir orientación y asistencia en los trámites que necesite ejecutar ante el Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

Las Solicitudes de Acceso a la Información Pública (SAIP) por parte de la ciudadanía, en relación a cambio climático han ido aumentando a lo largo de los años, de 54 solicitudes en el año 2020, a 70 en 2024. A raíz de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático, ha existido un aumento sostenido en las solicitudes de audiencia en el marco de la Ley 20.730, que regula el Lobby y las gestiones que representen intereses particulares ante autoridades y funcionarios públicos, de 18 solicitudes en el año 2020, a 54 en lo que va del año 2024.

6.3.4.2 Procesos de participación ciudadana asociados al cambio climático

El Ministerio del Medio Ambiente de Chile tiene una larga trayectoria en la realización de procesos participativos en todos sus instrumentos, en cumplimiento de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. Estos procesos incluyen consultas ciudadanas sobre temas de interés público y relevancia ambiental, como planes, políticas, programas y reglamentos. Se realizan bajo criterios de representatividad, diversidad y pluralismo, según lo establecido en el artículo 73 de la Ley N° 18.575.

[42] http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=37f2477b-8e75-4f64-899c-705ade0fd439&fname=Informe-DSS-2-608897-87-LE23-v3.pdf&access=public
[43] https://cambioclimatico.mma.gob.cl
[44] https://mma.gob.cl/contacto/

Entre 2020 y 2024, el Ministerio ha llevado a cabo varios procesos de consulta pública relacionados con el cambio climático, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 37. Procesos de participación ciudadana relativos a instrumentos de cambio climático.

Nombre instrumento en consulta :	Fecha de inicio	Fecha de término	Tipo de instrumento	Ambito Territorial	Observaciones	Instancias Presenciales	Instancias no Presenciales
Anteproyecto de Reglamento que Regula los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, de Conformidad con lo Dispuesto en la Ley N° 21.600 que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)	17-07-2024	29-08-2024	Otro Instrumentos	Nacional	27	0	1
Anteproyecto de Reglamento que Fija las Normas de Funcionamiento Interno y las Normas de Conformación del Comité Científico Asesor del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), de Conformidad con lo Dispuesto en la Ley N° 21.600 que Crea el SBAP	17-07-2024	29-08-2024	Otro Instrumentos	Nacional	18	0	1
Anteproyecto de Actualización de la Estrategia Climática de Largo Plazo, Componente de Adaptación: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	15-07-2024	14-10-2024	Planes	Nacional	47	6	2
Actualización Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	10-06-2024	05-09-2024	Planes	Nacional	26	2	4
Reglamento que Establece las Condiciones y Requisitos Necesarios Relativos a los Certificados de Reducción o Absorción de Emisiones en el Marco de la Cooperación Establecida a Nivel Internacional en el Artículo 6° del Acuerdo de París	08-05-2024	11-06-2024	Otro Instrumentos	Nacional	23	0	1
Anteproyecto Plan de Implementación para el Acuerdo de Escazú Chile 2024-2030	27-11-2023	01-02-2024	Planes	Nacional	116	28	11
Reglamento para la Elaboración de Normas de Emisión para Gases de Efecto Invernadero y Forzantes Climáticos de Vida Corta	08-11-2023	12-12-2023	Otro Instrumentos	Nacional	11	1	1
Anteproyecto del Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica	17-10-2023	30-11-2023	Otro Instrumentos	Nacional	46	0	1
Anteproyecto de Reglamento de Entidades Técnicas en Materia Ambiental	02-10-2023	06-11-2023	Otro Instrumentos	Nacional	7	0	1
Anteproyecto de Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión	12-09-2023	18-10-2023	Otro Instrumentos	Nacional	21	0	1
Anteproyecto de la Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas, Elaborado a Partir de la Revisión del Decreto Supremo N° 13, del 2011, del Ministerio del Medio Ambiente	19-06-2023	14-09-2023	Normas	Nacional	111	5	1
Anteproyecto de Reglamento del Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático y de los Consejos Consultivos Regionales del Medio Ambiente	12-06-2023	17-07-2023	Otro Instrumentos	Nacional	7	0	1

Continuación tabla 37

Nombre instrumento en consulta :	Fecha de inicio	Fecha de término	Tipo de instrumento	Ambito Territorial	Observaciones	Instancias Presenciales	Instancias no Presenciales
Propuesta de Reforma al Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Establecido por el D.S. N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente para la Implementación de la Ley Marco de Cambio Climático; el Acuerdo de Escazú; y la Ley que Establece Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje	23-03-2023	25-04-2023	Otro Instrumentos	Nacional	120	0	2
Reglamento que Establece los Sistemas de Información sobre Cambio Climático que Indica	08-02-2023	10-03-2023	Otro Instrumentos	Nacional	16	0	2
Reglamento que Establece Procedimientos Asociados a los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático	30-01-2023	01-03-2023	Otro Instrumentos	Nacional	17	0	2
Reglamento que Establece la Conformación y Funcionamiento del Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático y el Comité Regional para el Cambio Climático	16-01-2023	15-02-2023	Otro Instrumentos	Nacional	40	0	1
Propuesta de Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático de Chile	16-05-2022	10-08-2022	Otro Instrumentos	Nacional	119	7	16
Propuesta Plan de Acción Regional de Cambio Climático, Región de Los Ríos (Plazo Ampliado)	09-12-2021	02-03-2022	Planes	Regional	37	0	3
Propuesta de Plan de Acción Regional de Cambio Climático Región de Atacama (Plazo Ampliado)	06-12-2021	28-02-2022	Planes	Regional	9	1	3
Propuesta de Plan de Acción Regional de Cambio Climático Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (Plazo Ampliado)	03-12-2021	25-02-2022	Planes	Regional	15	3	3
Propuesta Plan de Acción Regional de Cambio Climático, Región de Los Lagos (Plazo Ampliado)	26-11-2021	21-02-2022	Planes	Regional	20	2	3

Fuente: Extraído de la página web del MMA, sección consultas ciudadanas[45]

[45] Disponible en: https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/

Foto: Tomás Gómez

Proceso participativo de la Estrategia Climática de Largo Plazo 2020-2021

La participación temprana para la elaboración participativa de la propuesta de la ECLP se desarrolló entre mayo de 2020 y abril de2021. Este proceso buscó identificar una visión país con objetivos y metas alineadas al cumplimiento de la NDC y para alcanzar la neutralidad y resiliencia a 2050, así como la identificación de aquellos mecanismos que deberán estar presentes para poder cumplir con esta visión.

Para ello, se convocó a diversas instancias participativas donde se recogieron aportes para construir la propuesta de Estrategia Climática de Largo Plazo, con la participación de la ciudadanía, la sociedad civil organizada, representantes de la academia y las ciencias, así como también el sector privado y sector público. Este proceso contempló un total de 71 talleres desarrollados de manera virtual, debido a la contingencia del COVID 19, contando con la participación de un total de 2176 personas, siendo 48% hombres y 52% mujeres

Esto se llevó a cabo a través de diversas instancias como mesas de trabajo y talleres en temas transversales y sectoriales, webinars y talleres regionales, un plan comunicacional destinado a educar a la ciudadanía y una consulta pública, buscando construir una visión inclusiva y representativa a través del aporte de diversos actores durante el proceso. Los documentos y presentaciones realizadas en las distintas instancias se encuentran disponibles en el expediente electrónico de la Estrategia.

Asimismo, la Ley Marco de Cambio Climático, incluye un principio de participación ciudadana, que indica que es deber del Estado contar con los mecanismos que permitan asegurar la participación de toda persona o agrupación de personas en la gestión del cambio climático, tanto a nivel nacional, como regional y local.

Contribución Determinada a Nivel nacional
Proceso de Participación Ciudadana Temprana – 2024

El proceso de actualización de la NDC a 2025, consideró en su diseño un proceso de participación ciudadana anticipada o temprana (PACA), implementado en las etapas iniciales del procedimiento, previa a la elaboración del anteproyecto. Los 16 talleres regionales, se realizaron entre el 27 de junio y 11 de septiembre de 2024, y tuvieron por objetivo levantar información sobre los desafíos y propuestas frente a la actualización de la NDC 2025, considerando el contexto y problemática de cada región del país.

Por otro lado, los cuatro talleres multi-actor desarrollados entre el 22 de agosto y 5 de septiembre de 2024, tuvieron por finalidad ahondar y complementar la información levantada en cada región, pero desde la visión y perspectiva de cada tipo de actor (sector privado, academia y sociedad civil y asociaciones). Finalmente, la presentación ETICC se desarrolló el 22 de agosto de 2024, tuvo por objetivo presentar el proceso de actualización de la NDC 2025 a las diferentes autoridades y comisionados de los ministerios relacionados con la gestión climática del país. Una vez realizados todos los talleres, el proceso participativo culminó con un evento seminario de cierre, el cual tuvo por objetivo la presentación de los resultados del proceso participativo, destacando los principales elementos recopilados para la actualización de la NDC.

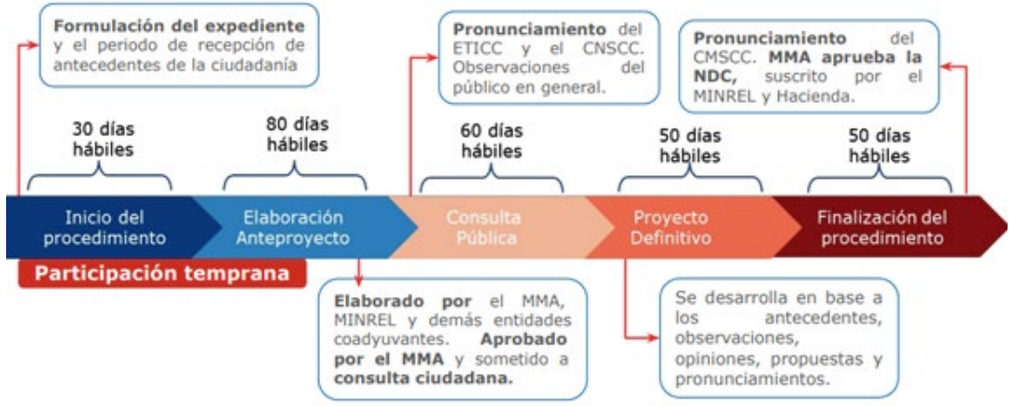


Figura 23. Cronograma del proceso de actualización de la NDC.
Fuente: MMA.

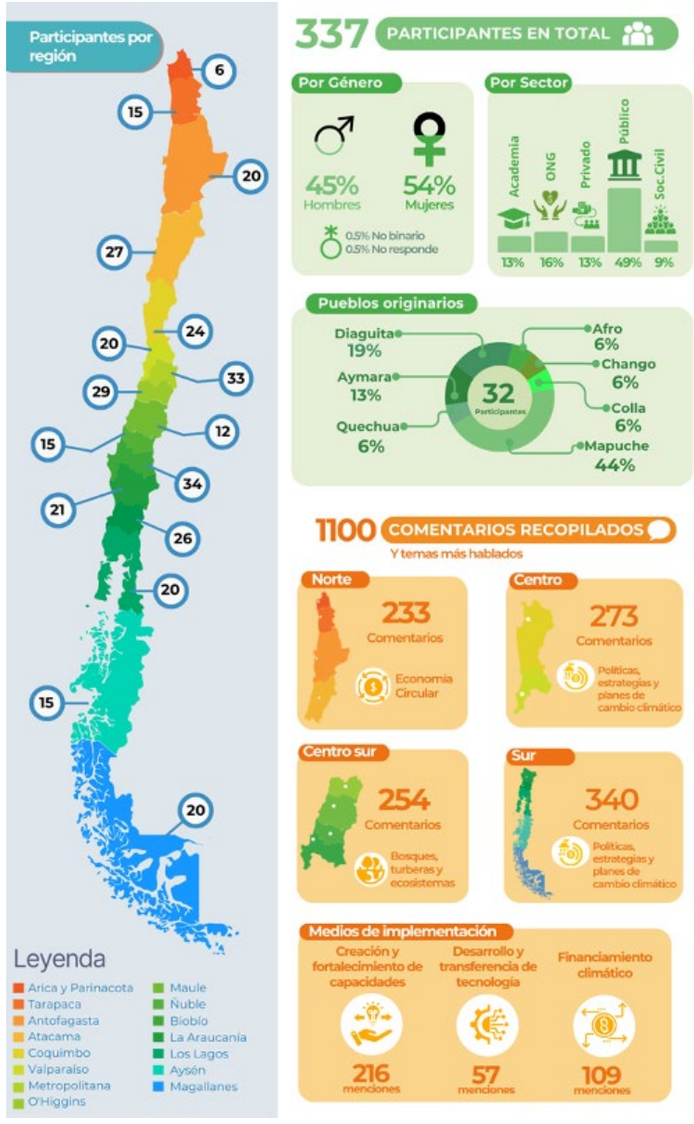


Figura 24. Resumen de resultados de los talleres regionales en marco la Participación Ciudadana Temprana para la actualización de la NDC
Fuente: elaboración propia.

En esta línea, el Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del cambio climático (DS MMA N° 16/2023), establece algunas disposiciones comunes para los procedimientos de la elaboración de la Contribución Determinada a Nivel Nacional, los Planes Sectoriales de Adaptación y/o Mitigación, y los Planes de Acción Regional de Cambio Climático. El procedimiento de elaboración considera para todos los instrumentos, un periodo de recepción de antecedentes desde la ciudadanía y una de consulta pública formal, en ambas etapas se pueden implementar los mecanismos de participación ciudadana que estime pertinentes. En particular, indica los artículos 10, 11, 12 y 13 del Capítulo II. Acceso a la Información y Participación Ciudadana, en los que se establece que:

- Se debe contar con un expediente administrativo que acompañe todo el proceso de elaboración del instrumento de gestión del cambio climático.
- La participación ciudadana será abierta, inclusiva, oportuna e informada a través de medios apropiados. Podrá desarrollarse antes del inicio formal de los procedimientos y durante todas las fases del ciclo de los instrumentos de gestión del cambio climático, especialmente, desde sus etapas iniciales, a través de mecanismos de participación temprana, tales como actividades de entrega de información y divulgación de manera clara y comprensible y la recepción de antecedentes u opiniones de actores relevantes.
- La forma de analizar las observaciones recibidas durante los procesos de consulta ciudadana, y la disposición de un informe que sistematice los resultados del proceso de consulta ciudadana.
- Será deber de la autoridad responsable del instrumento de gestión del cambio climático facilitar las instancias y mecanismos de participación ciudadana y propender al desarrollo de iniciativas de participación temprana. Asimismo, estará facultada para implementar mecanismos participativos en forma previa al inicio formal del procedimiento administrativo o actividades asociadas. Procurando los canales apropiados, y con foco en grupos en situación de vulnerabilidad.

Bajo este nuevo procedimiento, se han implementado los siguientes procesos de consulta pública formal:

Foto: Nicolás Smith D.

Tabla 38. Procesos de consulta pública de los Planes de Mitigación y/o Adaptación al cambio climático.

Instrumento	Inicio	Cierre	Enlace al proceso
Plan Adaptación Silvoagropecuario	30-11-2023	27-02-2024	https://www.odepa.gob.cl/sustentabilidad/cambio-climatico/psacc-sap
Plan Mitigación de Agricultura	03-02-2024	30-04-2024	https://www.odepa.gob.cl/sustentabilidad/cambio-climatico/psmcc-agro
Estrategia Financiera de Cambio Climático	17-06-2024	15-07-2024	https://participacionciudadana.hacienda.cl/consultas-ciudadanas/participa-en-la-consulta-ciudadana-de-la-actualizacion-de-la-estrategia
Plan Adaptación de Pesca y Acuicultura	26-04-2024	25-07-2024	https://www.subpesca.cl/portal/617/w3-propertyvalue-65094.html
Plan Adaptación de Salud	30-04-2024	29-07-2024	https://degreyd.minsal.cl/consultas-publicas/
Plan Mitigación de Salud	30-04-2024	29-07-2024	https://degreyd.minsal.cl/consultas-publicas/
Plan Adaptación y Mitigación de Transportes	27-05-2024	22-08-2024	https://www.subtrans.gob.cl/consulta-psmacc-mtt/
Plan Adaptación de Biodiversidad	08-06-2024	04-09-2024	https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/portal/consulta/165
Plan Adaptación de Turismo	10-06-2024	05-09-2024	https://pac.subturismo.gob.cl/consultas-ciudadanas/consulta-ciudadana-plan-sectorial-de-adaptacion-al-cambio-climatico-del-turismo/
Plan Adaptación de Recursos Hídricos	11-06-2024	06-09-2024	https://snia.mop.gob.cl/pacc-rh/inicio
Plan Adaptación y Mitigación de Minería	12-06-2024	09-09-2024	https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/consulta-publica-pscc

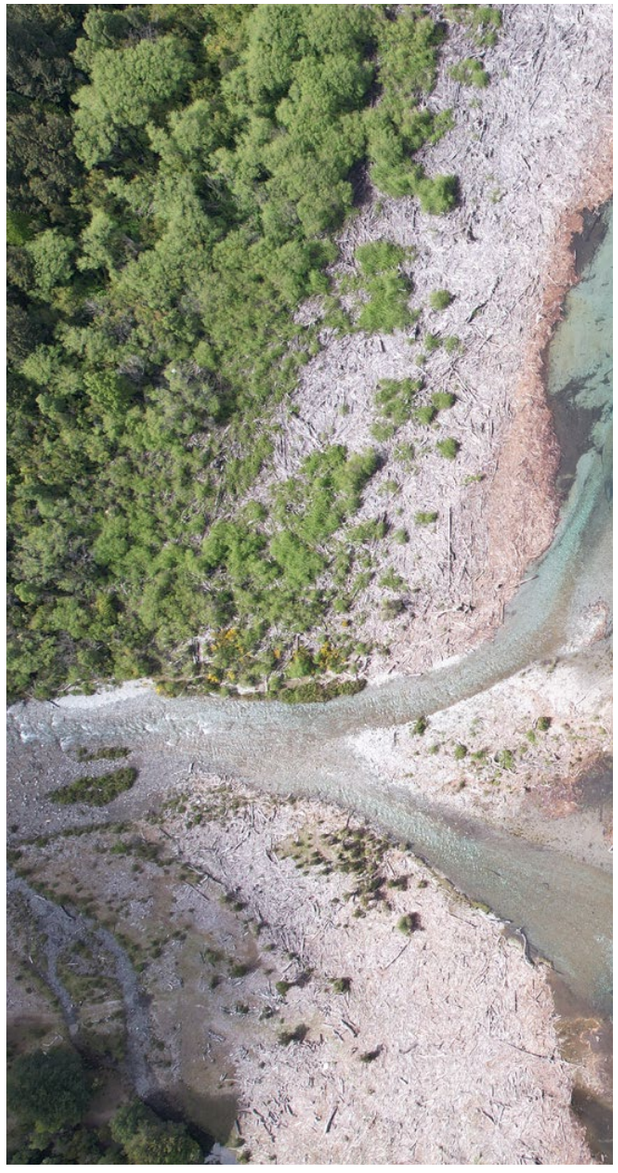


Foto: Tomás Gómez

Continuación tabla 38

Instrumento	Inicio	Cierre	Enlace al proceso
Plan Adaptación y Mitigación de Infraestructura	12-07-2024	11-10-2024	https://cambioclimatico.mop.gob.cl/infraestructura/
Plan Nacional de Adaptación de Cambio Climático	15-07-2024	14-10-2024	https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/portal/consulta/166
Plan Adaptación y Mitigación de Ciudades	17-07-2024	15-10-2024	https://www.minvu.gob.cl/minvu-sustentable/
Plan Adaptación de Zona Costera	29-07-2024	25-10-2024	https://www.ssffaa.cl/indexc65f.html?page_id=3782
Plan Adaptación y Mitigación de Energía	29-07-2024	25-10-2024	https://energia.gob.cl/cambioclimatico

Fuente: elaboración propia.

6.3.4.3 Encuesta de cambio climático a empresas

En el año 2023, CORFO llevó a cabo una encuesta a nivel nacional y regional, abarcando empresas de diferentes tamaños y antigüedad, con un margen de error del 1,9%. El propósito de esta encuesta fue comprender los requisitos y necesidades de las empresas chilenas frente al impacto del cambio climático, así como investigar las acciones de mitigación y adaptación que han adoptado.

Entre los principales hallazgos referentes a la adaptación al cambio climático en las empresas, un 50,9% a nivel nacional indican que han tomado medidas de adaptación al cambio climático en los últimos 7 años. Además, el 64,1% de los que han sufrido de fenómenos meteorológicos que han tenido un impacto negativo en su negocio en los últimos 7 años, han tomado medidas de adaptación al cambio climático en dicho periodo. Pero existen diferencias entre las diferentes regiones, en cuanto al porcentaje de empresas que ha tomado medidas de adaptación al cambio climático: en las regiones de Ñuble y Coquimbo el 60% de las empresas indican haber tomado medidas, y en Maule y O'Higgins bordean también esa cifra; en las regiones de Antofagasta, Metropolitana y de Arica y Parinacota, en tanto, solo el 39,8%, el 44,8%, y el 46,4% de las empresas respectivamente, declara haber tomado alguna medida al respecto.

Otro hallazgo fue que las empresas más antiguas, nacidas antes del año 2000 son las que en mayor proporción han tomado medidas de adaptación al cambio climático en los últimos siete años y las empresas más nuevas son las que en menor medida lo han hecho, y no existen grandes diferencias en los tramos intermedios.

El ámbito que presenta mayores dificultades para la adopción de medidas es el de adaptación al cambio climático, con casi la mitad de las empresas que tomaron medidas que manifiestan que tuvieron dificultades al intentar llevarlas a cabo (un 46,4%, específicamente).

Este 46,4% de empresas **que han tomado** medidas de adaptación al cambio climático, indican haber tenido dificultades en su adopción debido a los altos costos asociados (34,2%); falta de financiamiento (31,2%); falta de conocimiento sobre el tema (16,0%), y falta de tiempo y de personal (12,3%).

Por otro lado, del total de empresas que indican **que no han tomado** medidas para adaptarse al cambio climático, los principales motivos que señalan para no haberlo hecho es por: falta de financiamiento (35,3%); falta de conocimientos sobre el tema (29,5%); no lo ha considerado necesario aún (28,2%); ha tenido otras prioridades (23,4%); porque su empresa ya cumple con altos estándares (4,6%); por obstáculos, como dificultades legales y normativas (2,3%), o por dificultad de procedimientos burocráticos demasiado complejos (11,4%).

Respecto del tipo de ayudas que serían útiles para apoyar a las empresas en la adaptación al cambio climático, el 34,1% señala que sería el asesoramiento sobre posibilidades de financiamiento y planificación financiera para inversiones en adaptación al cambio climático; Le siguen las capacitaciones especificas en adaptación al cambio climático, y las demostraciones de nuevos materiales, tecnologías o procesos para la adaptación al cambio climático con un 11,2% y 10,9% de menciones cada una, respectivamente; Para el 8,2% la ayuda más útil sería contar con herramientas de evaluación de los riesgos climáticos de mi empresa de acuerdo con su ubicación; para el 7,2%, la asistencia técnica o consultoría en gestión del cambio climático como la ayuda de mayor utilidad, y un 6,3% se inclina por el apoyo para conectarse y colaborar con otras empresas que me faciliten la adopción de medidas de adaptación al cambio climático.

6.3.4.4 Sondeo Juventudes y Crisis Climática

Este estudio fue encargado por el Instituto Nacional de la Juventud (INJUV) y la Dirección de Estudios Sociales de la Universidad Católica, entrevistando a 1.513 personas jóvenes entre 15 y 29 años de edad, de todas las regiones del país, durante el mes de enero de 2024.

De acuerdo con el estudio, el 91% de las personas entrevistadas afirma que el cambio climático tendrá efectos muy negativos o negativos en la calidad de vida de las personas y que los sentimientos como preocupación (21%), tristeza (18%) y miedo (12%) son los más recurrentes a la hora de pensar en este tema. En relación con las trayectorias y proyecciones juveniles, el sondeo señala que el 67% de quienes declararon no querer tener hijos (o más hijos), indicaron que el cambio climático sí ha influenciado en este deseo. La angustia emocional es otro de los sentimientos que con mucha frecuencia experimentan las juventudes ante la amenaza del cambio climático. Según el sondeo, cerca de un cuarto de las y los entrevistados se encuentra en esa situación. Esta realidad predomina en las mujeres jóvenes, mayormente en el nivel socioeconómico medio o bajo y en la Región Metropolitana.

Otro punto relevante es la alta disposición a participar en acciones que contribuyan a combatir el cambio climático. Según el estudio, más del 70% de la población joven realizaría acciones o actividades de voluntariado en beneficio del medio ambiente, mientras que el 41% declara que busca activamente información sobre el tema.

Algunas conclusiones relevantes a partir de este estudio son:

- El 88% de las personas jóvenes declara que el cambio climático le interesa. Este interés es transversal por género, edad y NSE.
- El 91% de las personas entrevistadas declara que, comparando la situación del medio ambiente durante su infancia y ahora, la condicion actual ha empeorado en el mundo, en Chile y en su localidad. Por zonas del país, son las personas que viven en la macrozona norte los que declaran que ha empeorado en mayor medida a situación de su localidad.
- Dos de cada tres jóvenes entrevistados declaran que la principal causa del cambio climático se da por la actividad humana (68%) y un 26%, tanto por factores humanos como naturales.
- El principal medio por el cual los y las jóvenes acostumbran a informarse sobre el cambio climático son las Redes Sociales (60%). Instagram es la red por la que más declaran informarse.
- Dos de cada tres jóvenes que declaran que no quieren tener hijos, indican que en su decisión influye el cambio climático.
- El 20% de los y las entrevistados afirma que ha recibido burlas o descalificaciones por personas desconocidas producto de sus opiniones o acciones para hacer frente al cambio climático.

Foto: Bryan Contreras

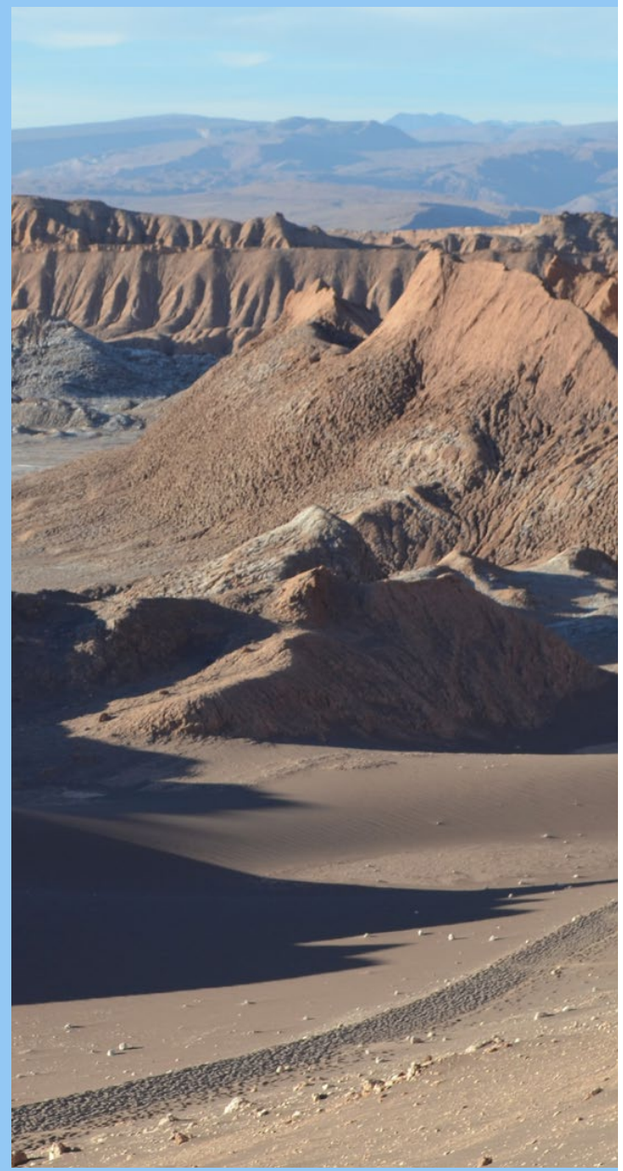


Foto: Micaela Jara Forray

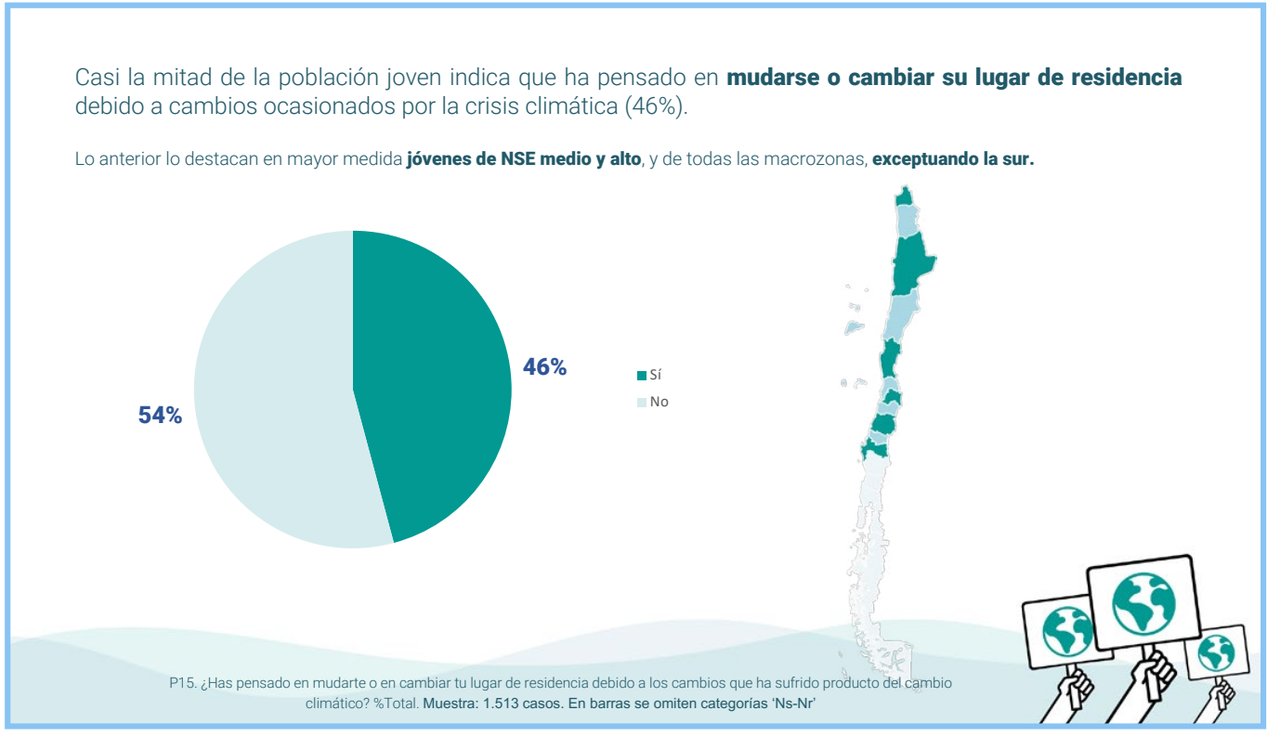


Figura 25. Respuestas obtenidas a la pregunta "¿has pensado en mudarte o en cambiar tu lugar de residencia debido a los cambios que ha sufrido producto del cambio climático?"[46]

Fuente: INJUV.

[46] %Total. Muestra: 1.513 casos. En barras se omiten categorías 'Ns-Nr'

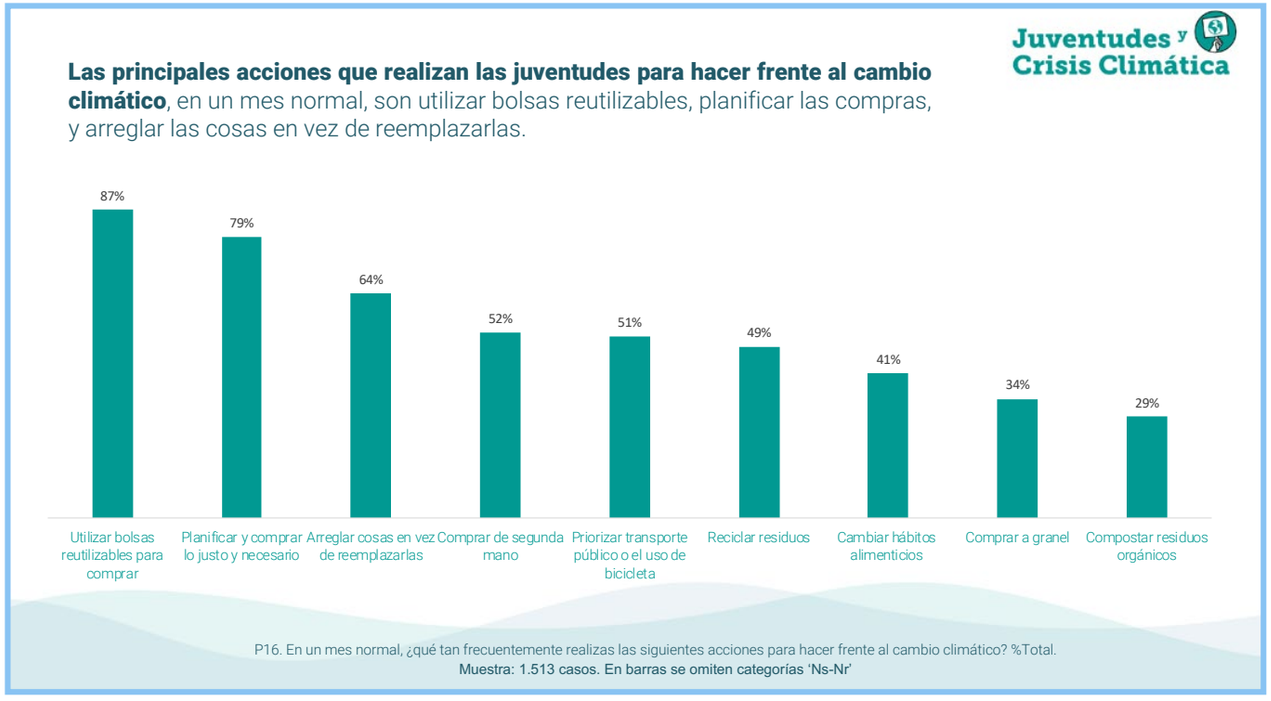


Figura 26. Respuestas obtenidas a la pregunta "¿qué tan frecuentemente realizas las siguientes acciones para hacer frente al cambio climático?"[47]
Fuente: INJUV.

Foto: Ana Guerrero

[47] %Total. Muestra: 1.513 casos. En barras se omiten categorías 'Ns-Nr'

6.3.5 Género y Cambio Climático

Desde el año 2018, Chile ha realizado varios esfuerzos para avanzar en la integración de enfoque de género en los instrumentos de gestión de cambio climático.

Cabe destacar que la **Ley de Marco de Cambio Climático (N° 21.455)**, incluye el principio de *Equidad y Justicia Climático*, señalando que es deber del Estado procurar una justa asignación de cargas, costos y beneficios, resguardando la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, territorios, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático. Asimismo, en su artículo 17, indica que en la elaboración de los planes de mitigación y adaptación sectoriales, las autoridades sectoriales deberán colaborar con el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, con el objeto incorporar el enfoque de género y los grupos vulnerables.

Respecto de la conformación de la institucionalidad del cambio climático, la Ley busca asegurar una participación equilibrada entre hombres y mujeres, excluyendo cualquier forma de discriminación arbitraria, para lo cual menciona que se deben conformar paritariamente el "Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático" y los "Consejos consultivos regionales de medio ambiente". Asimismo, solicita considerar un criterio de género en las normas para la conformación del Comité Científico Asesor para el Cambio Climático. Por otro lado, indica que las municipalidades, en coordinación con los CORECC, podrán crear mesas territoriales de acción por el clima, en función de las características específicas de cada territorio, en las que participarán representantes de la sociedad civil y especialmente representantes de los grupos vulnerables, con el objeto de proponer y relevar las acciones y medidas más urgentes que se requiera

implementar en los respectivos territorios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley.

La **Estrategia Climática de Largo Plazo** plantea como objetivo "Reducir las brechas de género identificadas en los diferentes instrumentos de gestión del cambio climático a nivel nacional y subnacional, para disminuir la vulnerabilidad de las mujeres al cambio climático y así garantizar la igualdad de las mujeres, su autonomía y la equidad de género", a través de metas para 2030, 2040 y 2050. En esta línea, para reducir las brechas de género identificadas en los diferentes instrumentos de gestión del cambio climático a nivel nacional y subnacional, se requiere avanzar en las metas planteadas a 2030 y 2040, que buscan:

- Los sectores integrados en la ECLP elaboren análisis que permita identificar brechas de género específicas para el diseño de los planes sectoriales de mitigación y/o adaptación al cambio climático (meta al 2030)
- Los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC) integren un análisis que identifique brechas de género específicas, que sean consideradas en el diseño de medidas de mitigación y/o adaptación (meta a 2030 y 2040)
- Exista una participación equitativa de mujeres y hombres en todas las instancias institucionales y de gobernanza nacionales, regional y comunal relacionadas con la gestión del cambio climático (meta a 2030)
- Se sistematicen las experiencias por región sobre la incorporación del enfoque de género en acciones para enfrentar el cambio climático (meta 2040)
- Todos los instrumentos de gestión del cambio climático a nivel nacional y subnacional integrarán acciones género responsivas y/o transformadoras (Meta 2040)

Entre los años 2020 y 2024, se ha continuado el trabajo con la **Mesa de Género y Cambio Climático**, aplicando la "Lista de Chequeo para la Integración de Género en los instrumentos de políticas públicas de Cambio Climático"[48], entregando recomendaciones a las instituciones líderes de diversos instrumentos de política pública, entre ellos: Actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, Actualización del Plan de Adaptación del sector silvoagropecuario, Plan Nacional de Restauración del Paisaje 2021-20305, Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, Estrategia de Transición Justa para la Descarbonización, Estrategia Climática de Largo Plazo, los cuatro Planes de Acción Regional de Cambio Climático (Atacama, O´Higgins, Los Ríos y Los Lagos), la actualización del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Biodiversidad, Plan Adaptación y Mitigación de Transportes, Plan Adaptación y Mitigación de Minería, y el Plan Adaptación de Recursos Hídricos.

Asimismo, la Mesa de Género y Cambio Climático, participó en el desarrollo del "Estudio análisis sectorial de género en el contexto del diseño de acciones de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación y propuestas para un plan de acción de género". Dicho estudio tuvo por objetivo elaborar un análisis sectorial de género y recomendaciones en el contexto del diseño de medidas de mitigación de los Planes Sectoriales de Mitigación, y elaborar una propuesta de plan de acción de género para el Primer Informe Bienal de Transparencia (1IBT).

A partir de este documento, la División de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente elaboró la "Propuesta de dimensiones e indicadores de género para el diseño de las medidas de mitigación", que se compartió en marzo de 2024, con todas las autoridades sectoriales a cargo de la elaboración de Planes Sectoriales de Mitigación.

Bajo el marco del proceso de actualización del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático financiado por el Fondo Verde para el Clima y ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente, se elaboró el documento "Lineamientos para la integración del enfoque de género en soluciones de adaptación climático[49]", que buscaba guiar el diseño e implementación de medidas y acciones de adaptación al cambio climático con perspectiva de género. En el proceso del estudio, se integraron varios talleres participativos con la Mesa de Género y Cambio Climático, y organizaciones de mujeres.

Durante los años 2021 y 222, se implementó el Proyecto Género y Cambio Climático, financiado por el Gran Ducado de Luxemburgo e implementado por el Ministerio del Medio Ambiente, con el apoyo del Sistema de Naciones Unidas (SNU) a través de ONU Mujeres. Bajo este proyecto se diseñó e implementó un curso de capacitación e instrumentos sobre género y cambio climático, y en su primera versión a nivel de la región de América Latina participaron cerca de 100 personas el año 2021. El año 2022 el curso se digitalizó a través de la Academia Adriana Hoffman, aplicándose dos versiones en las que participaron cerca de 400 personas. Otro aporte del proyecto fue el estudio "Generación de indicadores que dé cuenta de la relación de género y cambio climático y desarrollar cuatro análisis sectoriales de género y cambio climático", finalizado el año 2022.

A nivel internacional, se realizó el Encuentro Regional sobre Cambio Climático e Igualdad de Género[9], en modalidad virtual con apoyo de los ministerios de Medio Ambiente, de Relaciones Exteriores, de la Mujer y Equidad de Género, gracias al apoyo de la Unión Europea, a través de sus programas EUROCLIMA+ y EUROSOCIAL, y con el apoyo técnico de la CEPAL como socios estratégicos, el que contó con el aporte financiero del Gran Ducado

[48] https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/06/GENERO-3.pdf

[49] https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/08/Lineamientos-para-integracion-del-enfoque-de-genero.pdf

de Luxemburgo y la colaboración del Sistema de Naciones Unidas en Chile. Este encuentro consistió en siete sesiones virtuales en las que participaron 64 personas de Gobierno, así como también agencias clave en la agenda de género y cambio climático, permitiendo intercambiar experiencias, buenas prácticas, desafíos y oportunidades para integrar la igualdad de género en la acción climática de la región de América Latina y el Caribe, fortalecer capacidades, reflexionar sobre nuevas miradas con enfoque de género de las políticas de cambio climático, e impulsar la creación y fortalecimiento de una Red por la Igualdad de Género y Cambio Climático, como un avance en la implementación del Programa de Trabajo de Lima y su Plan de Acción de Género reforzados (2020 -2024) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Los resultados de dicho Encuentro, se publicaron en el documento "Acción climática con igualdad de género: hacia una recuperación transformadora para la sostenibilidad y la igualdad de género en América Latina y el Caribe[50]", de noviembre de 2022.

En paralelo a todo lo anterior, se han realizado distintas instancias de intercambio con países de América Latina y el Caribe, y otras regiones, así como con representantes de la sociedad civil, en las cuales hemos podido compartir nuestros avances, pero también aprender de las experiencias, desafíos enfrentados por otros países y soluciones género responsivas, en países como Perú, Ecuador, Uruguay, Argentina, México, Canadá. En particular, se elaboró en conjunto con Uruguay el informe final de resultados del Proyecto "Igualdad de género y educación ambiental como eje transversal del cambio climático: componente igualdad de género y cambio climático".

Foto: Nicolás Smith D.

[50] https://www.cepal.org/es/publicaciones/48413-accion-climatica-igualdad-genero-recuperacion-transformadora-la-sostenibilidad

6.4 LINEAMIENTOS FINANCIEROS

Chile ha impulsado una serie de acciones tendientes a promover el financiamiento para la acción climática a nivel nacional e internacional. Esta sección describe los avances en esta materia.

6.4.1 Estrategia Financiera Frente al Cambio Climático

Con la entrada en vigor de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), se establece un marco jurídico para que el país aborde el cambio climático en términos de mitigación y adaptación, estableciendo la meta de alcanzar la carbono neutralidad a más tardar en 2050. Un componente clave de esta ley es el artículo Nº 35, que define nuevos lineamientos y contenidos para la Estrategia Financiera para el Cambio Climático (EFCC). Este artículo posiciona la EFCC como un instrumento esencial para alinear los esfuerzos del sector público y privado con las metas climáticas nacionales.

El objetivo general de la EFCC es promover herramientas y alinear políticas que permitan abordar los instrumentos de gestión del cambio climático en términos de financiamiento. Esto busca incentivar y alinear los esfuerzos financieros tanto del sector público como privado, hacia la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos, fomentando un desarrollo neutro en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente a los impactos climáticos.

Los objetivos específicos de la EFCC son cinco:

1. **Alinear Políticas Habilitantes**: se busca facilitar la transición hacia una economía resiliente y baja en carbono, interactuando con las mejores prácticas en finanzas climáticas a nivel internacional. Esto implica promover las condiciones necesarias para movilizar y diversificar el financiamiento climático, incorporando variables climáticas en el proceso de gestión del riesgo financiero.
2. **Apoyar el Diseño y Financiamiento de Instrumentos de Gestión Climáticos**: este objetivo se centra en respaldar la construcción de una visión de largo plazo que incluya la institucionalidad y gobernanza climática del país. Así, se permitirá la implementación de objetivos, planes y estrategias climáticas facilitando el cumplimiento de los compromisos de mitigación y adaptación establecidos en el régimen climático de Chile.
3. **Facilitar la Cooperación y Coordinación Público-Privada**: se pretende fortalecer la colaboración entre los sectores público y privado para alinear los flujos financieros hacia acciones de mitigación y adaptación climática.
4. **Fortalecer el Posicionamiento y el Rol Internacional del País en Materias de Cooperación**: se busca participar de la gobernanza de instituciones y foros internacionales promoviendo el intercambio de experiencias y facilitación del financiamiento hacia el desarrollo sostenible.
5. **Impulsar el Diseño y Desarrollo de Instrumentos y Soluciones Financieras**: este objetivo aboga por que los sectores productivos de la economía nacional y la ciudadanía en general pueda aprovechar las oportunidades de inversión derivadas de una transición competitiva y sustentable.

6.4.2 Bonos Verdes Soberanos (BVS)

En los últimos años, Chile ha visto un considerable crecimiento de las finanzas verdes, impulsado por el desarrollo colaborativo entre los sectores público y privado, a pesar de la ausencia de un marco regulatorio específico en esta área (Gelerstein, 2023). Un ejemplo destacado son los Bonos Verdes Soberanos (BVS), diseñados y gestionados por el Ministerio de Hacienda, a través de su Oficina de la Deuda Pública, en coordinación con otras carteras sectoriales y el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (Ministerio de Hacienda, 2019). Estos instrumentos financieros buscan canalizar inversiones hacia proyectos que promuevan el desarrollo sostenible, como el transporte limpio, la eficiencia energética, las energías renovables, la gestión del agua y los edificios verdes (Ministerio de Hacienda, 2019).

El Marco para los Bonos Verdes en Chile, establecido en 2019, define las obligaciones del Gobierno como emisor de estos bonos, alineadas con la Ley de Administración Financiera del Estado y las Leyes de Presupuesto vigentes (Ministerio de Hacienda, 2019). Entre los sectores verdes elegibles se incluye también el sector de recursos naturales, con un enfoque en la conservación y restauración de bosques, la gestión de parques nacionales y áreas de conservación, así como la protección de áreas marinas (Ministerio de Hacienda, 2019). No obstante, en emisiones anteriores de BVS, como la de 2019, los proyectos de este sector fueron limitados, concentrándose principalmente en transporte limpio, energías renovables y edificios verdes (Ministerio de Hacienda, 2022).

A pesar del progreso en las finanzas verdes y los BVS, es necesario seguir avanzando en el fortalecimiento del marco normativo y en la creación de políticas que incentiven la inversión en proyectos sostenibles, sin dejar de lado sectores clave como los recursos naturales y el uso de suelos (Gelerstein, 2023). El cambio climático continuará siendo una prioridad en la agenda política y económica del país, lo que podría traducirse en un mayor crecimiento del mercado de bonos verdes en el futuro (Gelerstein, 2023). A continuación, se presentan los Bonos verdes Emitidos en 2020 y 2021:

Tabla 39. Bonos verdes Emitidos en 2020 y 2021.

Ítem	EUR-2031 (R)	EUR-2040	USD-2032	USD-2050 (R)	EUR-2031 (R)	USD-2032 (R)
Monto (millones)	€ 694	€ 1.27	US$ 750	US$ 900	€ 400	US$ 750
Fecha de negociación (T)	23-01-2020	23-01-2020	22-01-2020	22-01-2020	19-01-2021	19-01-2021
Fecha de liquidación	29-01-2020 (T+6)	29-01-2020 (T+6)	27-01-2021 (T+3)	27-01-2021 (T+3)	22-01-2021 (T+3)	22-01-2021 (T+3)
Madurez	02-07-2031	29-01-2040	27-01-2032	25-01-2050	02-07-2031	27-01-2032
Cupón / Yield	0,830% / 0,695%	1,250% / 1,299%	2,550% / 2,571%	3,500% / 3,275%	0,830% / 0,399%	2,550% / 1,962%
Precio	101.477%	99.140%	99.784%	104.770%	104.399%	105.682%
Spread	MS+50	MS+80	T+80	T+105	MS+60	T+87

Fuente: Ministerio de Hacienda (2022).

Foto: Bryan Contreras

6.4.3 Bonos Vinculados a la Sostenibilidad (SLB)

En 2022, Chile se convirtió en el primer país en emitir **Bonos Vinculados a la Sostenibilidad (SLB)**, con el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar la energía limpia. En 2023, Chile actualizó su Marco SLB para incluir un KPI social, enfocado en aumentar la participación de mujeres en juntas directivas, subrayando la importancia de la igualdad de género en el desarrollo inclusivo. Estos esfuerzos buscan inspirar a otros países y emisores privados a incorporar KPIs sociales en sus emisiones de SLB (Ministerio de Hacienda, 2023) .

A través de su Marco de Bonos Vinculados a la Sostenibilidad (Marco SLB), el Ministerio de Hacienda de Chile reafirma y amplía su compromiso con el desarrollo sostenible. Este Marco SLB, complementario al Marco de Bonos Sostenibles vigente desde 2020, ofrece una guía clara y transparente al mercado respecto a la emisión de futuros Bonos Verdes, Sociales, Sostenibles y Vinculados a la Sostenibilidad.

Con la emisión de estos bonos, Chile busca establecer metas ambiciosas que conduzcan a resultados sólidos y sostenibles, alineados con las prioridades del país y el bienestar de su población. Se espera que la emisión de SLB no solo fortalezca la base de las emisiones anteriores de bonos sostenibles, sino que también inspire a otros países y empresas a seguir este camino hacia la sostenibilidad.

El Marco SLB se ajusta a los Principios de Bonos Vinculados a la Sostenibilidad de la Asociación Internacional de Mercados de Capitales (ICMA), publicados en junio de 2020, y cumple con los cinco componentes clave:

1. Selección de Indicadores Clave de Desempeño (KPI)
2. Calibración de los Objetivos de Desempeño de Sostenibilidad (SPT)
3. Características de los bonos.
4. Reportes
5. Revisión y Verificación

En la siguiente Tabla se presentan los bonos SLB emitidos desde 2022 a 2023:

Tabla 40. Características financieras de las emisiones de bonos SLB de 2022 y 2023.

Emisión SLB	USD-2042	USD-2036	USD-2054	EUR-2034	BTP-2037	BTU-2039	BTP-2034
Fecha de emisión	2 de marzo de 2022	27 de junio de 2023	27 de junio de 2023	28 de junio de 2023	20 de julio de 2023	20 de octubre de 2023	25 de octubre de 2023
Fecha de vencimiento	7 de marzo de 2042	5 de enero de 2036	5 de enero de 2054	5 de julio de 2034	1 de noviembre de 2037	1 de octubre de 2039	1 de octubre de 2034
Plazo (años)	20 años	12 años	30 años	11 años	14 años	16 años	11 años
Monto nominal total (MM)	US$2,000	US$1,150	US$1,100	€ 750	CLP $1.750.000	CLF (UF) $24	CLP $1.750.000
Tasa de cupón (% a.)	4,34%	4,95%	5,33%	4,13%	5,30%	3,40%	5,80%

Fuente: Ministerio de Hacienda (2022).

6.4.4 Gasto Público y Privado en Cambio Climático

El Ministerio de Hacienda es la institución pública responsable de coordinar, implementar y reportar el componente de financiamiento climático ante la CMNUCC, lo que se vincula directamente con su misión de gestionar eficientemente los recursos públicos, generando condiciones de estabilidad, transparencia y competitividad que promuevan un crecimiento sustentable e inclusivo, en una economía integrada internacionalmente. En este contexto, la Dirección de Presupuestos (DIPRES) del Ministerio de Hacienda es el organismo técnico encargado de velar por el uso eficiente de los recursos públicos para cumplir con dichos objetivos. De hecho, la DIPRES se encuentra facultada para realizar los estudios e investigaciones que considere necesarios para una mejor asignación y utilización de los recursos financieros del Estado. Además, el artículo 38 de la LMCC mandata a esta institución a medir y reportar anualmente al Congreso sobre el gasto correspondiente a inversión climática.

Lo anterior, se consagra en el artículo 38, estableciendo que la Dirección de Presupuestos (DIPRES) del Ministerio de Hacienda será la encargada de entregar este reporte anualmente, en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSYF): "Informe de inversión climática. El Ministerio de Desarrollo Social y Familia informará anualmente respecto de los proyectos de inversión pública evaluados a través del Sistema Nacional de Inversiones al Ministerio del Medio Ambiente y a la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda. Sobre la base de esta información, la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda elaborará anualmente, en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, un reporte que dé cuenta de la inversión con incidencia en cambio climático del año calendario anterior, con especial énfasis en adaptación. Dicho informe será parte del Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático. La información será presentada considerando las metodologías y taxonomías climáticas reconocidas a nivel internacional, y será un insumo para analizar la asignación de recursos públicos en esta materia, de manera de evaluar la inversión climática realizada y a realizar. La Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente, dará cuenta de dicho informe a la Comisión Especial Mixta de Presupuestos durante el mes de septiembre de cada año". Así, el gasto que se reporta, corresponde a gasto ejecutado en el año anterior, considerando las iniciativas de inversión públicas relacionadas a cambio climático, para las instituciones financiadas por la Ley de Presupuestos, es decir, se consideran instituciones del Gobierno Central y Gobiernos Regionales.

El primer reporte de inversión climática se publicó en el mes de septiembre de 2023[51] y contiene el análisis y los resultados para el año 2022 de la identificación de inversión[52] vinculada a cambio climático. En este primer reporte se analizaron en total 3.075 proyectos de inversión, 5 del sector público ejecutados durante el año 2022, utilizando la base de datos de iniciativas de inversión pública entregada por el MDSYF, correspondiente al Banco Integrado de Proyectos (BIP) del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

[51] Disponible en: www.dipres.gob.cl/598/articles-316674_doc_pdf.pdf

[52] Para obtener la muestra relevante para el análisis, primero se filtró para considerar las iniciativas de inversión que cuentan con recomendación favorable (RS) y tienen gasto ejecutado en 2022 distinto de cero, lo que equivale a 3.078 iniciativas, para posteriormente filtrar para considerar iniciativas de inversión ejecutadas con cargo al presupuesto nacional, lo que resulta en 3.075 proyectos en la muestra para el análisis.

Respecto de la revisión y selección de iniciativas de inversión vinculadas a cambio climático, es relevante mencionar que se aplicaron procedimientos basados en los utilizados en trabajos previos de medición de gasto público en cambio climático realizados por la Dirección de Presupuestos en conjunto con el PNUD, publicados en dos Notas de Investigación en 2021 (Dirección de Presupuestos, 2021a; 2021b)[53] y en el Informe entregado al Congreso Nacional en 2022 con gasto presupuestario en cambio climático (Dirección de Presupuestos, 2022).

Tabla 41. Ejecución y número de proyectos de inversión 2022 con resolución de aprobación en SNI correspondientes al presupuesto nacional y ejecución y número de proyectos de inversión con componente de gasto climático (Cifras en miles de pesos 2022).

Total proyectos ejecutados 2022		Proyectos de inversión con componente de gasto climático			
Nº DE IDI CON RS	M$	Nº IDI CON RS	% RESPECTO DEL TOTAL DE INICIATIVAS	M$	% RESPECTO DEL GASTO TOTAL
3.075	1.896.396.158	416	13,5%	258.888.299	13,7%

Fuente: (DIPRES, 2023).

Tabla 42. Ejecución y número de proyectos de inversión 2022 con componente climático por ministerio (Cifras en miles de pesos 2022).

Ministerios	Nº Iniciativas	%	M$ Gasto ejecutado 2022	%
Ministerio de Obras Públicas	192	46,2%	159.554.277	61,6%
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	43	10,3%	51.159.062	19%
Gobiernos Regionales	143	34,4%	38.805.648	15,0%
Ministerio de Salud	5	1,2%	5.722.344	2,2%
Ministerio de Agricultura	23	5,5%	2.037.032	0,8%
Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	5	1,2%	1.181.949	0,5%
Otros	5	1,2%	427,987	0,1%
TOTAL	416	100,0%	258.888.299	100,0%

Fuente: (DIPRES, 2023).

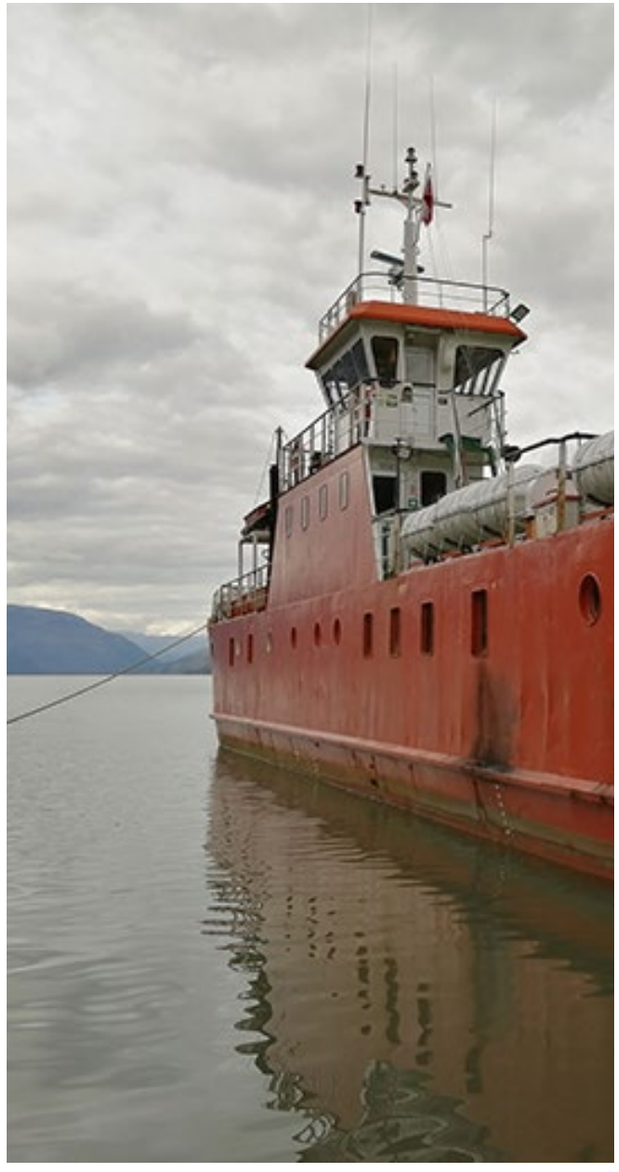


Foto: Nicolás Smith D.

[53] Nota de Investigación "Gasto Público en Cambio Climático 2019: Una Aproximación Metodológica" disponible en http://www.dipres.cl/598/articles-225824_doc_pdf.pdf
Nota de Investigación "Gasto en Cambio Climático en la Inversión Pública: Una aproximación metodológica" disponible en https://www.dipres.gob.cl/598/articles-250349_doc_pdf1.pdf

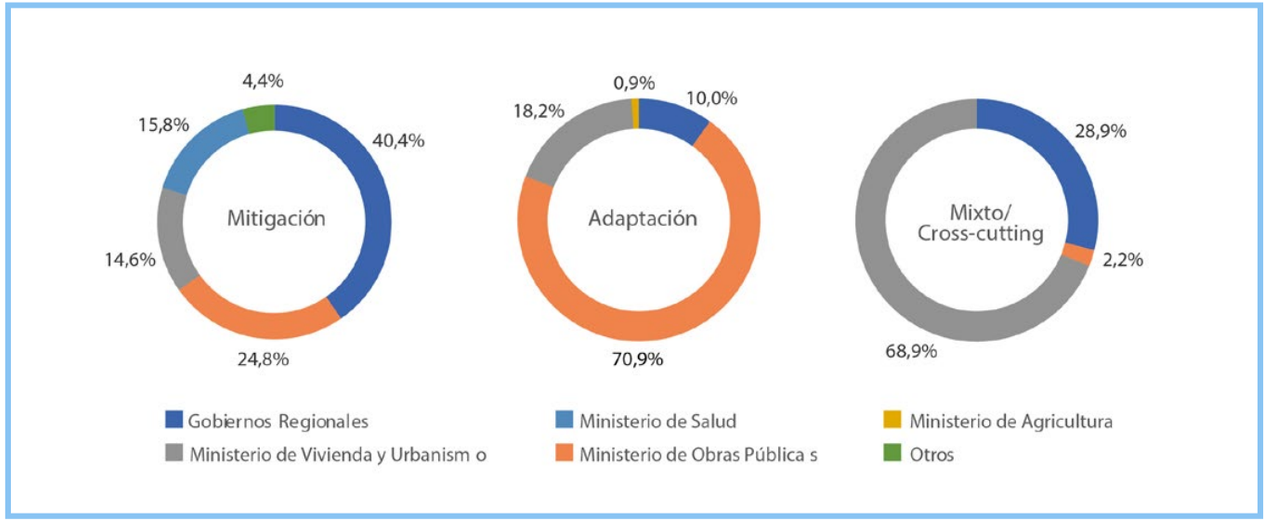


Figura 27. Gasto ejecutado en proyectos de inversión 2022 con componente climático por categoría y por ministerio (En %)
Fuente: (DIPRES, 2023).

6.4.4.1 Pilotos de gasto público climático en Gobiernos Regionales

Continuando con el trabajo de años anteriores para medir el gasto público en cambio climático, se encuentra en curso la realización de un piloto de medición de gasto subnacional con los gobiernos regionales.

Este piloto considera la participación de seis gobiernos regionales para la medición de su gasto vinculado a cambio climático y el estudio cualitativo de sus capacidades existentes, para institucionalizar estas mediciones a nivel subnacional.

Entre los avances que ha permitido este trabajo, se destaca el estudio de fuentes de información disponibles para estudiar el gasto público climático a nivel nacional, identificando en la plataforma "Chile Indica", un potencial considerable para estas tareas. Asimismo, se han identificado limitantes existentes para realizar la identificación y seguimiento de iniciativas con vínculo a cambio climático, principalmente asociadas a no contar con definiciones claras y consensos al interior de los gobiernos regionales para identificar iniciativas que aporten a la mitigación y/o a la adaptación al cambio climático. Se espera que con la publicación de los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático, junto a los planes comunales y sectoriales, estos ejercicios cuenten con más información que permita la identificación de iniciativas y proyectos.

6.4.5 Sistema de Clasificación (Taxonomía) de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles

En Chile, a partir de los Informes de Progreso del denominado "Acuerdo Verde", se reconoció, a partir de 2021, la relevancia de contar con una Taxonomía que permita contar con un lenguaje común para determinar aquello que es sostenible. Con este propósito, se elaboró una "Hoja de Ruta para una Taxonomía en Chile", que entregó diez recomendaciones para su desarrollo. Posteriormente, a comienzos de 2022, en línea con las sugerencias de la Hoja de Ruta y tomando en cuenta las lecciones aprendidas y mejores prácticas de otras jurisdicciones, se convocó a un Comité Preparatorio para el Desarrollo un Sistema de Clasificación de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles.

El Comité Preparatorio, cuya presidencia y secretaría técnica se alojaron en el Ministerio de Hacienda, contó con la participación de expertos locales y externos provenientes del Banco Central de Chile, la Comisión para el Mercado Financiero, el Ministerio del Medio Ambiente, la Superintendencia de Pensiones, el Banco Interamericano de Desarrollo, y Climate Bonds Initiative. Su objetivo fue analizar y discutir la definición de los elementos de diseño que constituyen el eje central de la Taxonomía (los llamados "Elementos Estructurales"), que deben definirse de manera previa a la construcción de su contenido. Los Elementos Estructurales son: objetivos medioambientales; conjunto de actividades y sectores económicos a incluir en la Taxonomía, junto con su clasificación; las reglas mínimas que determinan las condiciones o requisitos para que una actividad se considere medioambientalmente sostenible; la gobernanza futura para el desarrollo del contenido de la herramienta; y el marco de Implementación.

Expertos/as discutieron y analizaron, de manera no vinculante, las definiciones de los Elementos Estructurales considerando los compromisos que Chile ha adquirido a nivel internacional, las leyes y normativas locales, la estructura del mercado de capitales y su marco institucional, las experiencias de jurisdicciones extranjeras, los principios y recomendaciones emitidos por organismos internacionales, entre otros aspectos. Tras el trabajo realizado, la Secretaría Técnica del Comité Preparatorio estudió el material, a partir del cual el Presidente de la misma instancia compiló una serie de recomendaciones en torno de la definición de los cinco Elementos Estructurales, que fueron presentadas al Ministro de Hacienda en enero de 2023.

Estas recomendaciones fueron revisadas por el Ministro y su equipo de asesores. Se elaboró así el documento "Estructura del Sistema de Clasificación o Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles para Chile", cuyo objetivo es presentar el marco para la construcción de una Taxonomía nacional. Este marco, constituido por los cinco Elementos Estructurales mencionados, busca el equilibrio entre ser coherentes con las políticas y compromisos del país, y cumplir con criterios de interoperabilidad internacional al mismo tiempo.

El desarrollo de una Taxonomía requiere de la coordinación de múltiples actores de interés o stakeholders, incluyendo autoridades, sector público, instituciones financieras, empresas privadas y expertos técnicos. Tal coordinación requiere, a su vez, de definir funciones y roles bajo una gobernanza concreta.

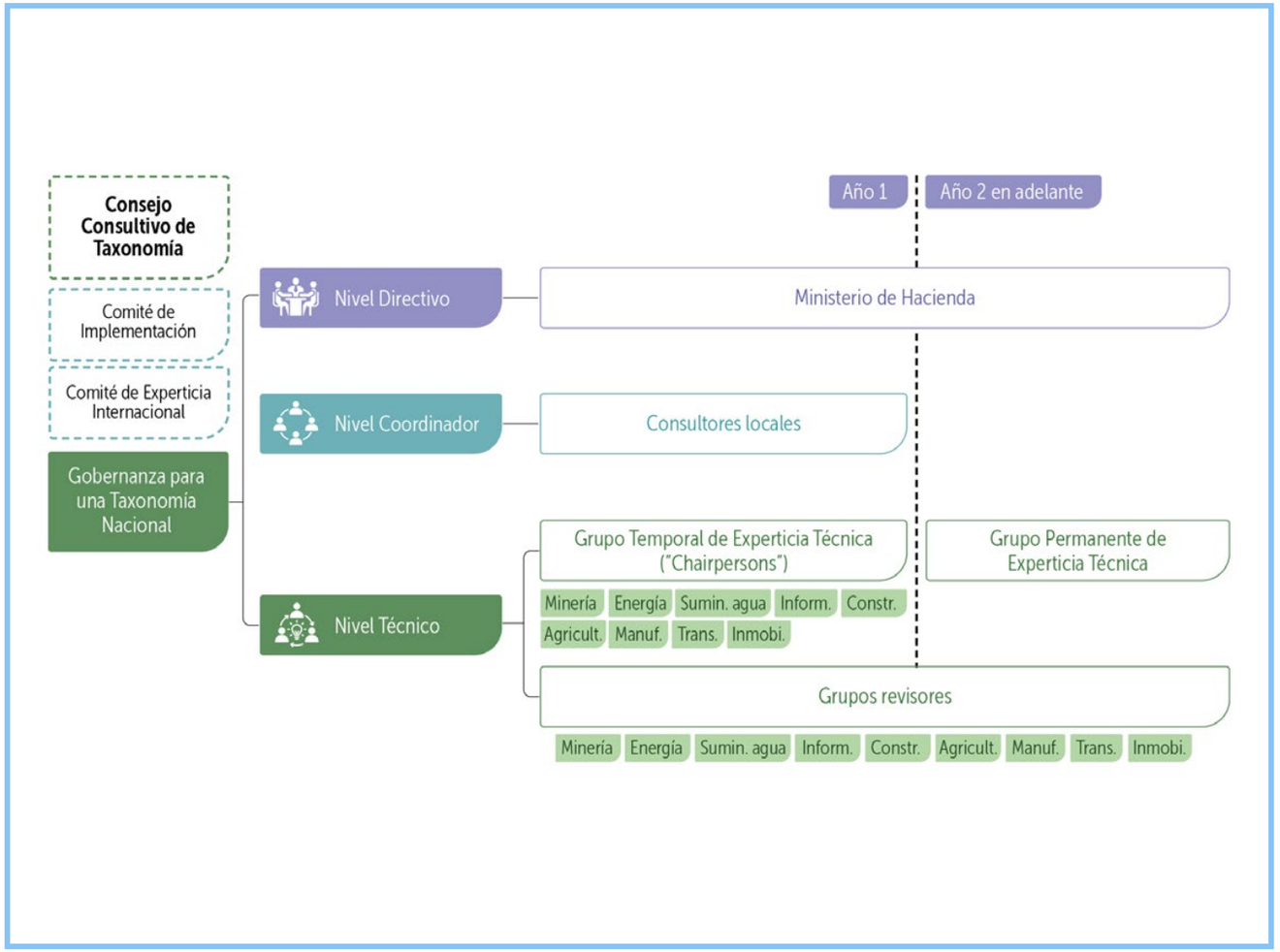


Figura 28. Esquema de gobernanza para el desarrollo de la taxonomía local.
Fuente: Ministerio de Hacienda, 2023.

6.4.6 Grupo de Acción y Financiamiento Climático Comunal y Regional (GAFICCOR)

A raíz del trabajo que se ha venido realizando en cuanto al cambio climático y descentralización, se identificó la necesidad de generar un proceso de acompañamiento para la línea de financiamiento, que dio paso a dos "Talleres de Formulación y Financiamiento Climático" en diciembre de 2020, en el marco de la iniciativa "Reacciona por el Clima" organizada por el Ministerio del Medio Ambiente. A raíz de los resultados de esos talleres, entre abril y junio de 2021 se desarrolló un ciclo de tres encuentros denominados "Talleres de Alineamiento para el Financiamiento Climático", cuyo foco principal fue promover la articulación y coordinación entre los actores públicos claves del nivel central que se relacionan con el financiamiento climático en los territorios y así avanzar hacia una coordinación entre sectores y niveles de gobernanza más eficiente y eficaz.

Desde allí nace el Grupo de Acción y Financiamiento Climático Comunal y Regional (GAFICCOR), que tiene el propósito de "Promover la articulación, planificación y orientación del financiamiento climático de fuentes nacionales e internacionales, entre y dentro de los diferentes sectores, en colaboración con el sector privado, la academia y la sociedad civil, con foco en mecanismos y esquemas de financiamiento subnacional, es decir, regional y comunal y cuya secretaría técnica está conformada por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), el Ministerio de Hacienda y recientemente la incorporación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

Los objetivos de GAFICCOR son:

I. Identificar, articular, orientar y coordinar a los actores clave para el financiamiento climático a nivel nacional y subnacional a través de un modelo de gobernanza.

II. Identificar, analizar, sistematizar y visibilizar la oferta de fondos disponibles para la acción climática.

III. Fortalecer y desarrollar capacidades para el financiamiento climático a nivel nacional con especial atención a la escala subnacional y local.

Los Gobiernos Regionales desempeñan una labor fundamental para hacer frente al cambio climático ya que, junto con los municipios son quienes conocen las necesidades de los territorios y sus vulnerabilidades climáticas; también tienen las facultades que se requieren para lograr que la acción climática tenga lugar en este nivel, lo que cobra especial relevancia cuando se habla de adaptación al cambio climático; además, sostienen vinculación con las demás organizaciones que operan en ese nivel, tales como ONG's, universidades y centros educativos, y organizaciones de base, entre otros.

Es de suma importancia que, por un lado, los gobiernos regionales trabajen en conjunto y coordinen sus acciones, entendiendo las particularidades de sus territorios, compartiendo experiencias y fortaleciendo su quehacer en materia climática. Y por otro lado, es igualmente importante, la coordinación con el gobierno central en materia de orientación del financiamiento climático y la generación de las capacidades que permitan el despliegue de la acción climática y de la coordinación entre la demanda y oferta de financiamiento. Por tanto, el trabajo que puede llevar a cabo GAFICCOR de la mano de los Gobiernos Regionales y los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) es esencial para consolidar este vínculo y apoyar el despliegue de la acción climática en los territorios.

Durante el segundo semestre de 2022 se desarrolló la consultoría denominada "talleres con gobernadores regionales para incorporación cambio climático". Esta consultoría, realizada mediante una metodología participativa con talleres con los integrantes de todas las regiones del país, preferentemente de los GORES, pudieron avanzar en una definición de las brechas, desafío y oportunidades para la gobernanza del grupo, proponiendo una estructura consensuada de gobernanza que le permitirá al grupo afrontar las tareas que la implementación de la acción climática requiere en los territorios, fundamentalmente desde el punto de vista del financiamiento. Por otra parte, la referida consultoría también propuso, como uno de sus productos, un Plan de Trabajo 2022-2023, precisando, un conjunto de objetivos, lineamientos y acciones sintetizadas así: a) Identificar, articular, orientar y coordinar a actores claves para la búsqueda y movilización del financiamiento climático; b) Identificar, analizar, sistematizar y visibilizar la oferta de fondos; c) Fortalecer y desarrollar capacidades para la búsqueda y movilización de financiamiento climático, y d) Objetivo transversal: Realizar seguimiento al financiamiento de las acciones climáticas subnacionales. Finalmente, la referida consultoría propuso una Guía de Aplicación de la Gobernanza para la integración del financiamiento climático en el nivel regional y local.

Foto: Natalia Neira

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL FINANCIAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE LOS PARCC:
Investigación aplicada en las áreas de energía, medio ambiente, economía y territorio
Septiembre-2023

Esta guía se constituye como una primera aproximación para avanzar en la consecución de financiamiento para las medidas de los PARCC, de manera de lograr cumplir con los objetivos y metas propuestos en estos planes. Fue elaborada en el marco de la acción Medidas de financiamiento para los Planes de Acción Regional en Cambio Climático, contó con el apoyo financiero de la Unión Europea a través del programa Euroclima, implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

La fase 1 detalla el paso a paso para considerar la inclusión temprana de la variable financiera durante la elaboración de los PARCC. Específicamente, se enmarca en el proceso de identificación y priorización de medidas de adaptación y mitigación, aportando con criterios específicos de financiamiento; y su posterior descripción detallada, entregando desde un primer paso para la descripción de las medidas priorizadas con enfoque en financiamiento, hasta las metodologías para la estimación preliminar del costo de estas medidas y la elaboración de su correspondiente planificación de financiamiento preliminar.

En la fase 2, ofrece un desglose inicial para navegar por el proceso de obtención de financiamiento, basado principalmente en conceptos y procesos indicados en el Documento Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF, 2013) y en el Manual de Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión Pública, realizado por la División Evaluación Social de Inversiones, de la Subsecretaría de Evaluación Social, Ministerio de Desarrollo Social, de marzo del año 2015. Esta segunda fase finaliza con la presentación de instrumentos y mecanismos para el financiamiento climático a nivel regional y comunal, incluyendo también una revisión de posibles mecanismos de articulación público-privada.

Finalmente, la última sección presenta una propuesta de indicadores de seguimiento y monitoreo en torno al financiamiento de las medidas.

Guía metodológica para el uso del catastro de financiamiento SUBDERE - Agosto 2024

El objetivo principal de esta guía es proporcionar a los usuarios la información necesaria para navegar eficazmente por el catastro de fuentes de financiamiento para acciones de cambio climático, el cual se encuentra alojado en formato digital. Además, esta guía pretende analizar y resumir la información clave contenida en el catastro, señalando aspectos relevantes, brechas identificadas, necesidades, buenas prácticas, recomendaciones y oportunidades potenciales que pueden ser de interés para los usuarios

Foto: Micaela Jara Forray

6.4.7 Laboratorio Climático

El Ministerio del Medio Ambiente - Subsecretaría del Medio Ambiente, contrató los servicios para el desarrollo de un "Laboratorio de Financiamiento Climático Local", o LFC, orientado al desarrollo de una estrategia de promoción de proyectos climáticos locales enmarcados en las transformaciones climáticas relevantes del territorio. La convocatoria para que participaran entidades que promuevan proyectos de innovación climática con pertinencia local, como ONG's, fundaciones y corporaciones, entidades públicas y privadas, personas jurídicas, tales como, municipalidades, agencias, academia, centros de investigación y startups, estuvo abierta entre el 20 de septiembre y 11 de octubre de 2023. Se recibieron 60 postulaciones, las que fueron evaluadas con cinco criterios: i. alineación con las metas climáticas; ii. Innovación climática; iii. Pertinencia local (regional y/o comunal); iv. Impacto climático regional/comunal, y v. género. En este proceso, se seleccionaron 20 proyectos, con quienes se realizó un total de cinco talleres de acompañamiento técnico y cuatro reuniones de relacionamiento estratégico.

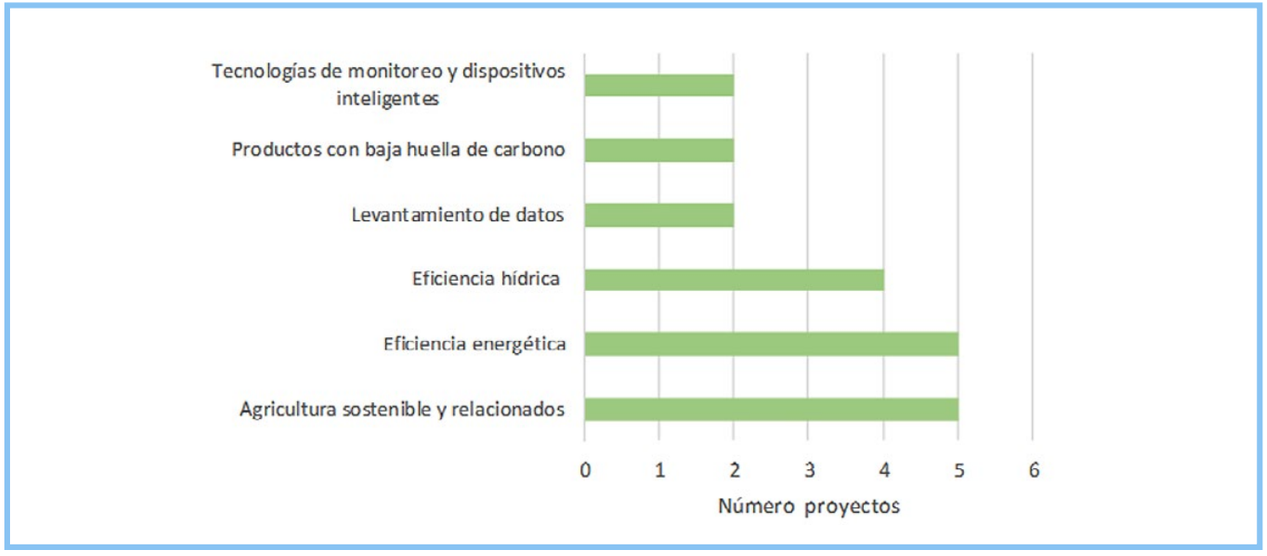


Figura 29. Distribución de Proyectos adjudicados por categoría/tipo.
Fuente: (MUSUR, 2023).

6.4.8 Corredor de Financiamiento Climático (CFC)

El Corredor de Financiamiento Climático (CFC) es una propuesta de ajuste institucional que consiste en la articulación de un espacio organizacional y tecnológico, de apoyo y promoción del financiamiento climático a nivel subnacional, vinculando el quehacer de los diversos actores del financiamiento climático y proponiendo un modelo de captura y canalización de proyectos climáticos, mediante herramientas híbridas de gestión y promoción de iniciativas con énfasis en iniciativas subnacional. El desarrollo de este "Corredor de Financiamiento Climático (CFC)", supone un proceso gradual y progresivo, con permanentes instancias de co-construcción con los diversos actores requeridos, generando instrumentos, herramientas y procesos de gestión conocidos y validados en el ecosistema.

Actualmente, la iniciativa pasa por una etapa de diseño preliminar, con instancias de validación y ajuste con los actores involucrados. Contará con nodos clave en la activación que tendrán funciones estratégicas para el desarrollo, así como funciones específicas que requieren acciones dedicadas.

El Corredor de Financiamiento Climático (CFC) busca generar información sobre el mercado climático para atraer recursos, identificar barreras o puntos críticos de intervención que dificultan la movilización de los recursos, aumentar la inversión y promover el desarrollo de soluciones del financiamiento climático orientadas al cumplimiento de las metas nacionales.

El concepto de Corredor de Financiamiento Climático describe la aspiración de ser un articulador del mercado de acción climática y un gatillante para la constitución de un "marketplace para la gestión del cambio climático", que opera inicialmente a través del mapeo de proyectos de cambio climático, convocando a empresas con acciones de gestión del cambio climático, a fin de acelerar la maduración de las propuestas haciéndolas atractivas para su financiación y, desde el plano de la oferta de este marketplace, disponibilizar productos financieros climáticos y fuentes de financiamiento, facilitando su confluencia y sinergias entre los diversos actores del ecosistema.

En este sentido se considera el desarrollo de 3 módulos o dispositivos iniciadores: a) Módulo de Repositorio de proyectos; b) Módulo de Aceleración de Iniciativas climáticas, y c) Módulo de Fuentes de financiamiento.

6.4.9 Plan de Inversiones de Soluciones basadas en la Naturaleza

Para avanzar en la implementación de proyectos de SbN, se desarrolló con apoyo de PNUD y guía del Ministerio del Medio Ambiente, un plan de inversiones y financiamiento de proyectos e iniciativas a nivel territorial. En ese sentido, se identificaron 18 tipos de SbN, organizados en 5 enfoques o grupos de soluciones, tal como se observa en la Tabla 43.

Tabla 43. Tipología Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).

Grupo de Soluciones	Tipo de intervención (Anderson & Gough; Donatti & Chausson, 2023)
Gestión basada en ecosistemas	Reforestación de ecosistemas: bosques, zonas ribereñas, áreas degradadas, zonas de alta montaña
	Restauración de ecosistemas: Humedales, manglares, bosques, turberas, cabeceras de cuenca, zonas ribereñas
	Protección y/o conservación de ecosistemas clave como humedales, turberas, bofedales, bosques, glaciares, montañas, marino-costeros, zonas ribereñas y aguas superficiales
	Conservación y/o creación de áreas protegidas
Infraestructura Resiliente	Creación y/o conservación de barreras y defensas costeras
	Reforzamiento en zonas de laderas
	Creación de corredores verdes urbanos
	Construcción de tejados y fachadas verdes en edificios
	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)
	Manejo de incendios forestales
Reducción de la contaminación	Biorremediación
	Tratamiento de residuos orgánicos
Seguridad Hídrica	Conexión de fuentes de agua
	Hidrotecnologías ancestrales
	Creación de humedales artificiales urbanos
Sistemas productivos resilientes	Agricultura regenerativa/resiliente
	Medios de vida alternativos: Turismo, Apicultura, Pesca, Acuicultura, Agroecosistemas
	Ganadería climáticamente inteligente

Fuente: (PNUD-MMA, 2023).

El estudio presentó un plan de inversiones para la implementación de proyectos de SbN en el territorio, enfocado en el cumplimiento de las siguientes metas climáticas:

- Para el año 2030, se busca tener en proceso de restauración al menos 1 millón de hectáreas
- Para el año 2030, se planea forestar 200.000 hectáreas
- Para el año 2030, se habrán recuperado y manejado sustentablemente 200.000 hectáreas de bosques nativo

Estas metas fueron asociadas a los 18 tipos de intervención, como se puede observar en la Tabla 44.

Foto: Natalia Neira

Tabla 44. Tipo de intervención y meta ECLP.

Tipo de internvención	Meta ECLP al 2030	Unidad
Restauración de ecosistemas: Humedales, manglares, bosques, turberas, cabeceras de cuenca, zonas ribereñas	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Manejo de incendios forestales	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Protección y/o conservación de ecosistemas clave como humedales, turberas, bofedales, bosques, glaciares, montañas, marino-costeros, zonas ribereñas y aguas superficiales	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Conexión de fuentes de agua	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Conservación y/o creación de áreas protegidas	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Creación y/o conservación de barreras y defensas costeras	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Tratamiento de residuos orgánicos	1.000.000	ha de paisajes en proceso de restauración
Creación de corredores verdes urbanos	200.000	ha forestadas
Reforestación de ecosistemas: bosques, zonas ribereñas, áreas degradadas, zonas de alta montaña	200.000	ha forestadas
Reforzamiento en zonas de laderas	200.000	ha forestadas
Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)	200.000	ha forestadas
Construcción de tejados fachadas verdes en edificios	200.000	ha forestadas
Medios de vida alternativos: Turismo, Apicultura, Pesca, Acuicultura, Agroecosistemas	200.000	ha recuperadas y manejadas sustentablemente
Hidrotecnologías ancestrales y locales	200.000	ha recuperadas y manejadas sustentablemente
Agricultura regenerativa/resiliente	200.000	ha recuperadas y manejadas sustentablemente
Ganadería climáticamente inteligente	200.000	ha recuperadas y manejadas sustentablemente
Creación de humedales artificiales urbanos	200.000	ha recuperadas y manejadas sustentablemente
Biorremediación	200.000	ha recuperadas y manejadas sustentablemente

Fuente: (PNUD-MMA, 2023).

BIBLIOGRAFÍA

BID. (Septiembre de 2023). *Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales: Hacia territorios carbono-neutrales y resilientes* . Obtenido de tions.iadb.org/es/guia-para-la-accion-climatica-en-municipios-y-gobiernos-regionales-hacia-territorios-carbono

Consejo para la Transparencia. (07 de 07 de 2020). Obtenido de https://www.consejotransparencia.cl/

DIPRES. (03 de Noviembre de 2023). *Gasto presupuestario en inversión pública en materias relativas a cambio climático año 2022.* Obtenido de https://www.dipres.gob.cl/598/articles-316674_doc_pdf.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (07 de 07 de 2020). *Ministerio del Medio Ambiente.* Obtenido de https://mma.gob.cl/

MUSUR. (22 de Diciembre de 2023). *Laboratorio de financiamiento Climático Local - Informe Final.* Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA): http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=1ea14cba-c220-4fdd-a757-b8ac280a5ad1&fname=Informe_final%20608897-72-LE23_vf.pdf&access=public

PNUD-MMA. (2023). *Desarrollo de una propuesta de plan de inversión y financiamiento para implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) a nivel territorial, aplicando las directrices de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y la Estrategia Climática de* . Santiago: MMA.

Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE). (2023). *iniciativas ejecutadas por la Agencia SE en el periodo 2022-2023.* https://www.agenciase.org/wp-content/uploads/2023/11/Reporte_AgenciaSE_2022-2023_Final.pdf

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). (2024a). *Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo ANID-GITHUB.* https://github.com/ANID-GITHUB

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). (2024b). *Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo ANID-GITHUB.* https://github.com/ANID-GITHUB

DEUMAN, & Anthesis Lavola. (2023). *Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile: Producto 3.2: Identificación y priorización de tecnologías.* https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/20230410_tna_foliado.pdf

Fundación para la Transferencia Tecnológica (UNTEC), Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia ((CR)2), & Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). (2024). *Informe Diagnóstico ITP para enfrentar la crisis climática y ecológica de Chile.*

Gelerstein, J. A. (2023). Análisis del avance institucional y regulatorio de las finanzas verdes en Chile. *Revista de Derecho Económico, 80*(1), 55-72. https://doi.org/10.5354/0719-7462.2023.70588

In-Data. (2020). *TERCER INFORME ENCUESTA NACIONAL AMBIENTAL APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO Y APLICACIÓN DEL PILOTO* . http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=c141f228-27a0-48fd-8869-abecde6af782&fname=1_%20Informe%20FINAL_23_12_20_VF2.pdf&access=public

Ministerio de Ciencia, T. C. e I. (2021). *Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático.* https://www.minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/2d/6d/2d6d9ed6-f092-4a26-ae1c-917a7f90975d/estrategia_de_transferencia_tecnologica_para_el_cambio_climatico.pdf

Ministerio de Ciencia, T. C. e I. (MinCiencia). (2020). *Plan de Acción: Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación 2020 - 2022.* https://minciencia.gob.cl/politicactci/documentos/Politica-Nacional-CTCI_Plan_Accion_Chile_2020.pdf

Ministerio de Ciencia, T. C. e I. (MinCiencia). (2022). *Cuarto Informe de Avance, Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.* https://drive.google.com/drive/folders/1S-kTrDJi8sDB6GYvXYbZqfwuJgabbqeG

Ministerio de Ciencia, T. C. e I. (MinCiencia). (2023). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.* https://minciencia.gob.cl/politicactci/documentos/Politica-Nacional-CTCi_Chile-2020.pdf

Ministerio de Ciencia, T. C. e I. (MinCiencia). (2024). *Organigrama del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.* https://www.minciencia.gob.cl/el-ministerio/organigrama/

Ministerio de Ciencia, T. C. e I. (MinCiencia)). (2024). *¿Qué es el Comité Científico Asesor de Cambio Climático?* . https://minciencia.gob.cl/areas/comite-cientifico-asesor-cambio-climatico/

Ministerio de Educación (Mineduc). (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° Medio.* https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf

Ministerio de Educación (Mineduc). (2024). *Bases Curriculares 1° Básico a 2° Medio: Propuesta de Actualización para Consulta Pública 2024.* https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-351761_recurso_02.pdf

Ministerio de Energía. (2024). *Energía Distrital.* https://www.energia.gob.cl/educacion/energia-distrital

Ministerio de Hacienda. (2019). *Marco para Bonos Verdes.* https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-verdes/2020/marco-para-los-bonos-verdes-de-la-republica-de-chile-

Ministerio de Hacienda. (2022). *Green, Social and Sustainable Bonds Allocation, Eligibility & Environmental Impact 2022 Report.* https://hacienda.cl/english/work-areas/international-finance/public-debt-office/sustainable-bonds/reports/2022-report-allocation-eligibility-environmental-impact-green-social-and

Ministerio de Hacienda. (2023). *Marco de Bonos Vinculados a la Sostenibilidad.* https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-esg/bonos-slb/marco-de-bonos-slb-vigente-junio-2023-

Ministerio de Hacienda. (2024). *Chile's SustainabilityLinked Bonds Report June 2024.* https://www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-esg/bonos-slb/reportes-anuales/reporte-anual-2024-bonos-slb

Moraga, P. (2024). *Seguimiento de la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático: Instrumentos de Gestión en proceso de consulta pública.* https://leycambioclimatico.cl/wp-content/uploads/2024/09/Analisis-N8-A-dos-anos-de-la-LMCC-Seguimiento-de-la-implementacion-de-la-LMCC.pdf

Foto: Bryan Contreras

Seguimiento y fortalecimiento de la componente de integración de la NDC

7

1 IBT 5CN

Seguimiento y fortalecimiento de la componente de integración de la NDC

COLABORADORES

Coordinadora del capítulo

Camila Labarca (Ministerio del Medio Ambiente).

Equipo de trabajo responsable de la elaboración de contenidos

Rocío Besoain, Paula León y Andrés Otero (Tepual Conservación).

Contrapartes colaboradoras en la preparación de contenidos

Daniel Álvarez, Sergio Sairafi, Diego Flores (Ministerio del Medio Ambiente); Gabriela Soto, Georgina Trujillo (Ministerio de Agricultura).

ÍNDICE

7.1 SEGUIMIENTO DE LOS COMPROMISOS IDENTIFICADOS EN EL COMPONENTE DE INTEGRACIÓN DE LA NDC. 583

7.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMPONENTE DE INTEGRACIÓN DE LA NDC 583

7.1.2 PROGRESO REALIZADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPROMISOS DE LA COMPONENTE DE INTEGRACIÓN DE LA NDC 585

7.2 CONSIDERACIONES DE LA REVISIÓN Y FORTALECIMIENTO DEL COMPONENTE DE INTEGRACIÓN PARA EL PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE LA NDC 2025 Y PARA SU INCORPORACIÓN EN LOS IGCC 593

7.3 BIBLIOGRAFÍA 594

7.4 ANEXO 1: ÁREAS PROTEGIDAS QUE APORTAN A LA META DE 1.000.000 HA PROTEGIDAS AL 2030 595

7.5 ANEXO 2. ÁREAS PROTEGIDAS QUE APORTAN EN LA PROTECCIÓN DE HUMEDALES COSTEROS BAJO LA CATEGORÍA DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA 596

7.1 SEGUIMIENTO DE LOS COMPROMISOS IDENTIFICADOS EN EL COMPONENTE DE INTEGRACIÓN DE LA NDC

Durante años, la mitigación y la adaptación han funcionado como conceptos separados para estructurar las acciones contra el cambio climático. Sin embargo, ha surgido un debate sobre la pertinencia de mantener este enfoque (Dodman et al., 2022). Cada vez se promueve más un pensamiento holístico en la planificación de estrategias que aborden los desafíos ambientales y sociales actuales, acompañado de un creciente énfasis en mecanismos de financiamiento global que mejoren la rentabilidad de los proyectos al ofrecer soluciones integrales y/o resultados múltiples (UNFCCC, 2023).

Las conexiones entre ambas dimensiones han sido reconocidas tanto por el Acuerdo de París como por otras decisiones posteriores de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, 2020). La adaptación y la mitigación al cambio climático son desafíos complejos que suelen tener temas comunes y, soluciones que están interconectadas. Además, atendiendo a una realidad en la que los recursos son limitados, abordar proyectos que incluyan una visión integrada puede contribuir a un mejor aprovechamiento de las oportunidades, un aumento de eficiencias y coherencia, e incluso al fortalecimiento del apoyo político (IISD, 2022; OECD, 2021).

En el ámbito nacional, esta temática es igualmente relevante, considerando que los desafíos son múltiples y los recursos limitados. Por ello, en la NDC vigente se incorpora un apartado inédito denominado "componente de integración", que abarca elementos destinados a enfrentar de manera integral tanto las causas como los efectos e impactos del cambio climático. Este componente incluye aspectos relacionados con el papel de los océanos, la economía circular, los bosques, las turberas y los ecosistemas. Con esto, el país busca destacar las sinergias entre mitigación y adaptación para enfrentar el cambio climático.

A continuación, en un primer apartado, se presentarán los compromisos establecidos en la NDC, a ser implementados en el periodo 2020-2030, para luego, en un segundo apartado, reportar su progreso.

7.1.1 Descripción de la componente de integración de la NDC:

La componente de integración de la NDC incluye los compromisos de los sectores de Economía Circular, Uso de tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), de Océano y Áreas protegidas y Conservación (incorporado en el proceso de fortalecimiento de la NDC, 2022).

Economía Circular: de acuerdo con la NDC, en materia de economía circular Chile se comprometió a realizar las siguientes tres contribuciones:

- **Contribución I1:** desarrollar, en 2020, una Hoja de Ruta de Economía Circular 2020 a 2040, consensuada a nivel nacional, que tendrá por objetivo la transición hacia una economía circular con medidas de corto, mediano y largo plazo con miras al 2040.
- **Contribución I2:** desarrollar, en 2020, una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes, material orgánico o sustratos contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático.
- **Contribución I3:** generar e implementar, al 2022, métricas e indicadores de circularidad, para monitorear los avances del país en materia de economía circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático.

UTCUTS-Bosques

- **Contribución I4:** Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO2eq anuales, al año 2030.
- **Contribución I5:** Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 $MtCO_2eq$ anuales al 2030. Las condiciones que la forestación debe cumplir para relevar los beneficios en adaptación al cambio climático de esta medida son:

a) Promover la utilización de especies nativas, considerando en su elección y manejo de acuerdo con las condiciones ambientales adecuadas.

b) En el contexto del cumplimiento de la Ley Nº 20.283 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, y bajo la consideración que estas forestaciones se realizarán en suelos desprovistos de vegetación, no se considera la sustitución de bosques nativos.

c) Realizarse en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, considerando suelos degradados con procesos erosivos activos, riesgos de remoción en masa producto de la erosión y no aptos para fines de cultivos.

- **Contribución I6:** reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013.

UTCUTS-Turberas: respecto a los ecosistemas de turberas, Chile se comprometió a las siguientes dos contribuciones:

- **Contribución I7:** al 2025, se habrán identificado las áreas de turberas, así como otros tipos de humedales, a través de un inventario nacional.
- **Contribución I8:** al 2030, se habrán desarrollado métricas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático de humedales, especialmente turberas, implementando acciones para potenciar estos co-beneficios, en cinco sitios pilotos en áreas protegidas públicas o privadas del país.

Transversal a ecosistemas: con el fin de avanzar en la recuperación y mantención de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades la NDC se compromete con la siguiente contribución en esa línea:

- **Contribución I9:** al año 2021 se contará con Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes, que considerará la incorporación, a procesos de restauración, de 1.000.000 hectáreas de paisajes al 2030, priorizando en aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental.

Océanos: para Océanos se establecen las siguientes contribuciones con sus respectivas metas:

- **Contribución I10:** se crearán nuevas áreas protegidas en ecorregiones marinas sub-representadas, tomando en cuenta para la identificación de tales áreas, entre otros, criterios relativos a los efectos del cambio climático y a la construcción de una red de áreas marinas protegidas. Además, se crearán áreas protegidas en ecosistemas costeros sobre humedales, terrenos fiscales y bienes nacionales de uso público que complementen la red marina.

Metas:

a) Al 2030 proteger al menos el 10% de las ecorregiones marinas sub-representadas (Humboldtiana, Chile Central, Araucana y Chiloense), en el marco de una planificación basada en ciencia y que considere criterios para hacer frente a los efectos del cambio climático.

b) Al 2025 proteger al menos 20 humedales costeros como nuevas áreas protegidas.

c) Al 2030 proteger al menos 10 humedales costeros adicionales como áreas protegidas.

- **Contribución I11:** todas las áreas marinas protegidas de Chile creadas hasta antes de 2020 contarán con su plan de manejo o administración y se encontrarán bajo implementación efectiva, contemplando en ello acciones de adaptación a los efectos del cambio climático.

Metas:

a) Al 2025: el 100% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 contarán con planes de manejo o de administración que incluyan acciones para la adaptación al cambio climático.

b) Al 2025: los planes de manejo o de administración de al menos el 40% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 serán implementados a través de, al menos, programas de monitoreo, fiscalización, vinculación comunitaria y control de amenazas.

c) Al 2030: el 100% de las áreas marinas protegidas creadas entre 2020 y 2025 contarán con planes de manejo o de administración que incluyan acciones para la adaptación al cambio climático.

d) Al 2030: los planes de manejo o de administración del 100% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 serán implementados, a través de programas de monitoreo, fiscalización, vinculación comunitaria y control de amenazas.

e) Al 2030: se habrá desarrollado y comenzado la implementación de una metodología para la evaluación de efectividad del manejo del 100% de los planes de manejo o de administración de áreas marinas protegidas que permita conocer el avance de las metas propuestas en dichos planes en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

- **Compromiso I12:** Se evaluarán los co-beneficios que los distintos ecosistemas marinos en áreas marinas protegidas brindan en cuanto a mitigar o adaptarse al cambio climático y se implementarán acciones para potenciar estos co-beneficios.

Metas:

a) Al 2025: Se desarrollarán, para 3 áreas marinas protegidas de Chile, métricas estandarizadas para la evaluación de sus capacidades de adaptación o mitigación al cambio climático.

b) Al 2030: Se implementarán las métricas desarrolladas para permitir el monitoreo y verificación de capacidades de adaptación o mitigación en al menos 5 áreas marinas protegidas integrando el fortalecimiento de los co-beneficios en sus planes de manejo.

De forma complementaria a los compromisos antes descritos, Chile el 2022 presenta el "Fortalecimiento de la Contribución Determinada a Nivel Nacional" en el cual incorpora el siguiente compromiso en materia de áreas protegidas y conservación:

"Al año 2030, la ECLP 2050 complementa los acuerdos de la NDC en materia de áreas protegidas terrestres existentes, al establecer compromisos que contribuyen a la meta global de protección de al menos el 30% de la tierra y océanos del planeta para 2030; específicamente, al ampliar en al menos 1.000.000 ha., la actual superficie de protección oficial de ecosistemas terrestres y acuático continentales, considerando asimismo en zonas identificadas como refugios climáticos y otras medidas eficaces de conservación (OMEC) basadas en áreas. (meta 2.3 de la ECLP 2050). Del mismo modo, compromete la actualización, vigencia e implementación efectiva de los planes de manejo del 100% de las áreas protegidas públicas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, terrestres, marinas y acuático continentales, los cuales incluirán medidas de adaptación al cambio climático; generando también obligaciones de reporte asociadas, que impulsarán el cumplimiento de estas metas. (meta 2.4 de la ECLP 2050)".

7.1.2 Progreso realizado en la implementación de los compromisos de la componente de integración de la NDC

A continuación, se presentan los avances en el cumplimiento de metas y compromisos de la componente de integración. Respecto a los componentes de integración I4 e I5, vinculados a UTCUTS-Bosques, dada su relevancia para el artículo 4 del Acuerdo de París fueron reportados en el capítulo 3 de mitigación. Sin embargo, dado su aporte a adaptación se reporta el avance en su implementación con el conjunto de compromisos vinculados a integración.

Foto: Bryan Contreras

Compromiso NDC	Indicador	Reporte de Cumplimiento al 2024
1. ECONOMÍA CIRCULAR		
I1) Desarrollar, en 2020, una Hoja de Ruta de Economía Circular 2020 a 2040, consensuada a nivel nacional, que tendrá por objetivo la transición hacia una economía circular con medidas de corto, mediano y largo plazo con miras al 2040.	Proporción de Cumplimiento en la elaboración de una Hoja de Ruta de Economía Circular 2020 a 2040, para el año 2020. [% de cumplimiento]	100% cumplido El documento Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040, finalizada el año 2020, aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el año 2021.
I2) Desarrollar, en 2020, una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes, material orgánico o sustratos contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático.	Proporción de Cumplimiento en la elaboración de una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, para el año 2020. [% de cumplimiento]	100% cumplido El año 2019 se inició mediante un proceso participativo, la elaboración de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, que contó con la participación de múltiples actores de los sectores público, privado, academia y sociedad civil, finalizando el año 2020 con la publicación del documento.
I3) Generar e implementar, al 2022, métricas e indicadores de circularidad, para monitorear los avances del país en materia de economía circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático.	Proporción de Cumplimiento en la elaboración de Métricas e Indicadores de Circularidad, a escala nacional, para el año 2022. [% de cumplimiento]	100% cumplido El 2021, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) de Chile implementó la Plataforma de Indicadores de Economía Circular, herramienta desarrollada con el objetivo de medir, monitorear y reportar el progreso del país en la transición hacia una economía circular.

Foto: Tomás Gómez S.

Compromiso NDC	Indicador	Reporte de Cumplimiento al 2024
2. UTCUTS-BOSQUES		
I4) Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 $MtCO_2eq$ anuales, al año 2030.	Porcentaje de superficie manejada de bosque nativo, entre 2020 y el último periodo reportado. [% respecto del total comprometido]	23% (46.225 ha) Periodo: 2020 a 2023 Fuente: CONAF
I5) Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 $MtCO_2eq$ anuales al 2030.	Porcentaje de superficie forestada, entre 2020 y el último periodo reportado. [% respecto del total comprometido]	6,3% (12.525 ha) Periodo: 2020 a 2023 Fuente: CONAF
I6) Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013.	Porcentaje de reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques acumuladas anuales de GEI, en relación con las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013, a escala nacional, entre 2020 y el 2023. [% respecto al periodo de referencia]	Valor a reportarse el 2030 Fuente: CONAF *CONAF actualizó el nivel de referencia definiendo así un nuevo "NREF/NRF"[1] el cual fue aprobado durante el proceso de revisión, a finales de 2023 Chile. Con esto Chile busca tener una línea base histórica ampliada y mejorada, representado la oportunidad para que todas las regiones forestales de Chile puedan aplicar al enfoque REDD+. El reporte técnico de los resultados de REDD+ se incluye en el presente Informe Bienal de Transparencia como un Anexo Técnico. Este da cuenta del desempeño del país en relación con los resultados de las acciones de mitigación ejecutadas bajo este enfoque y podría ser evaluado como un avance referencial en el progreso de esta meta A la fecha, sobre este nuevo nivel de referencia existen dos periodos de reportes de resultados, el 2018-2019 y 2020-2021 para las regiones de Coquimbo a Magallanes. No obstante, e independiente de los resultados presentados en este Anexo, para el cumplimiento de esta meta se deberá preparar un reporte que dé cuenta de la reducción de las emisiones por degradación y deforestación en 2030.

[1] El NREF/NRF Nacional de Chile describe las emisiones y absorciones producidas en los Bosques Nativos durante el periodo de referencia para las actividades de Reducción de emisiones por Deforestación, Reducción de emisiones por Degradación, Conservación de stock de carbono Forestal y Aumento de Existencias de Carbono.

Compromiso NDC	Indicador	Reporte de Cumplimiento al 2024
3. UTCUTS-TURBERAS		
I7) Al 2025, se habrán identificado las áreas de turberas, así como otros tipos de humedales, a través de un inventario nacional.	Proporción de cumplimiento del en la identificación de áreas de turberas en el inventario nacional al 2025. [% de cumplimiento]	50% de cumplimiento Aplicada[2] Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA. El compromiso reconoce 4 hitos, de los cuales 2 están desarrollados, el tercero en desarrollo siendo este insumo para el hito final. **HITO 1:** Estudio Inventario de Turberas de la Región de Los Lagos, desarrollado por el Centro Eula Udec, del año 2022. Estado: Realizado[3]. **HITO 2:** Estudio Inventario de Turberas de la región de Aysén, desarrollado por la consultora EDĀFICA, del año 2023. Estado: Realizado[4]. **HITO 3:** Estudio Inventario de turberas de la región de Magallanes, en desarrollo por la consultora EDĀFICA, iniciado el año 2024. Estado: En ejecución. **HITO 4:** Incorporar los resultados al inventario nacional de humedales. Estado: Pendiente.

[2] Según la Decisión 18/CMA.1, anexo, párrafo 82, los estados de implementación de las medidas pueden clasificarse como:
Prevista: La acción está en planificación, pero aún no se ha aprobado formalmente ni ha comenzado su implementación.
Aprobada: La medida ha sido formalmente adoptada mediante procesos legales, reglamentarios o de gobernanza, pero su implementación no ha comenzado.
Aplicada: La acción está en curso de implementación activa y se están llevando a cabo actividades concretas.

[3] Informe disponible: http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=09620666-618e-4982-a2bf-9749743e6ab0&fname=Informe_Consolidado_Inventario_Turbera.pdf&access=public
[4] Informe disponible: http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=2d48e269-f68c-44b6-aa2f-6e018713a5a5&fname=511-AGA-22-8-314_INFORME%20ETAPA%20III_REV-C.pdf&access=public

Compromiso NDC	Indicador	Reporte de Cumplimiento al 2024
I8) Al 2030, se habrán desarrollado métricas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático de humedales, especialmente turberas, implementando acciones para potenciar estos co-beneficios, en cinco sitios pilotos en áreas protegidas públicas o privadas del país.	Proporción de Cumplimiento en el desarrollo de métricas estandarizadas para evaluar la capacidad de adaptación o mitigación de húmedas, especialmente turberas, al 2030. [% de cumplimiento]	0% de cumplimiento. Prevista Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA. Para este compromiso se reconocen tres hitos de los cuales, al momento del reporte, ninguno se ha cumplido. **HITO 1:** Asegurar financiamiento para estudio. Estado: Pendiente. **HITO 2:** Ejecutar un estudio que permita desarrollar las métricas. Estado: Pendiente. **HITO 3:** Implementar acciones para potenciar los co-beneficios. Estado: Pendiente.

Compromiso NDC	Indicador	Reporte de Cumplimiento al 2024
4. TRANSVERSAL A ECOSISTEMAS		
I9) Al año 2021 se contará con Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes, que considerará la incorporación, a procesos de restauración, de 1.000.000 hectáreas de paisajes al 2030, priorizando en aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental.	Proporción de Cumplimiento en la elaboración de un Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes, para el año 2021 [% de cumplimiento]	100% cumplido Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA. En el mes de diciembre del año 2021, fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030, elaborado en un trabajo en conjunto de los ministerios de Medio Ambiente y Agricultura.

<table>
<tr><th>Compromiso NDC</th><th>Indicador</th><th>Reporte de Cumplimiento al 2024</th></tr>
<tr><td colspan="3">5. OCEANOS</td></tr>
<tr><td rowspan="3">I10) Se crearán nuevas áreas protegidas en ecorregiones marinas sub-representadas, tomando en cuenta para la identificación de tales áreas, entre otros, criterios relativos a los efectos del cambio climático y a la construcción de una red de áreas marinas protegidas. Además, se crearán áreas protegidas en ecosistemas costeros sobre humedales, terrenos fiscales y bienes nacionales de uso público que complementen la red marina.

Metas:

a) Al 2030 proteger al menos el 10% de las ecorregiones marinas subrepresentadas (Humboldtiana, Chile Central, Araucana y Chiloense), en el marco de una planificación basada en ciencia y que considere criterios para hacer frente a los efectos del cambio climático.

b) Al 2025 proteger al menos 20 humedales costeros como nuevas áreas protegidas.

c) Al 2030 proteger al menos 10 humedales costeros adicionales como áreas protegidas.</td><td>Superficie de nuevas de áreas protegidas acumuladas anualmente, en el periodo 2020-2030 (desagregadas por ecorregión marina)

[Hectáreas]</td><td>750.301,8 ha
Periodo: 2020 a 2024.
Fuente: MMA.

La superficie se distribuye entre siguientes áreas protegidas:

• Parque Nacional (marino) Tictoc Golfo de Corcovado: 101.916 ha / ecorregión Chiloense.
• Reserva Nacional La Puntilla - Playa Chinchorro (ex reserva marina): 52,8 ha / ecorregión Humboldtiana.
• Área Marina Protegida de Múltiples Usos (ACMU) Archipiélago de Humboldt: 574.873 ha / ecorregión Chile Central.
• Área Marina Protegida de Múltiples Usos (ACMU) Mar de Pisagua: 73.460 ha / ecorregión Humboldtiana.</td></tr>
<tr><td>Porcentaje de protección de las ecorregiones marinas (Humboldtiana, Chile Central, Araucana y Chiloense) al año de reporte.

[% de superficie]</td><td><table><tr><th>Ecorregión ZEE</th><th>% de protección</th></tr><tr><td>Humboldt</td><td>0,56</td></tr><tr><td>Chile Central</td><td>1,71</td></tr><tr><td>Araucana</td><td>0,02</td></tr><tr><td>Chiloense</td><td>0,51</td></tr></table>Periodo: al 2024.
Fuente: MMA.</td></tr>
<tr><td>Número de nuevos Humedales Costeros Protegidos oficialmente, a escala nacional, en el periodo 2020-2030

[Número de humedales]</td><td>24 humedales costeros protegidos con la categoría de Santuarios de la Naturaleza. (80%)
Periodo: 2020 a 2024.
Fuente: MMA.</td></tr>
</table>

I11) Todas las áreas marinas protegidas de Chile creadas hasta antes de 2020 contarán con su plan de manejo o administración y se encontrarán bajo implementación efectiva, contemplando en ello acciones de adaptación a los efectos del cambio climático. ***Metas:*** a) Al 2025: el 100% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 contarán con planes de manejo o de administración que incluyan acciones para la adaptación al cambio climático. b) Al 2025: Los planes de manejo o de administración de al menos el 40% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 serán implementados a través de, al menos, programas de monitoreo, fiscalización, vinculación comunitaria y control de amenazas. c) Al 2030: el 100% de las áreas marinas protegidas creadas entre 2020 y 2025 contarán con planes de manejo o de administración que incluyan acciones para la adaptación al cambio climático. d) Al 2030: Los planes de manejo o de administración del 100% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 serán implementados, a través de programas de monitoreo, fiscalización, vinculación comunitaria y control de amenazas. e) Al 2030: Se habrá desarrollado y comenzado la implementación de una metodología para la evaluación de efectividad del manejo del 100% de los planes de manejo o de administración de áreas marinas protegidas que permita conocer el avance de las metas propuestas en dichos planes en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.	Porcentaje de áreas marinas protegidas, creadas antes de 2020, que cuentan con su plan de manejo o administración que incluye acciones para la adaptación al cambio climático. [% de áreas marinas protegidas]	41,6%. Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA.
	Porcentaje de áreas marinas protegidas, creadas antes de 2020, que cuentan con su plan implementado a través de, al menos, programas de monitoreo, fiscalización, vinculación comunitaria y control de amenazas. [% de áreas marinas protegidas]	0% Prevista Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA.
	Porcentaje de áreas marinas protegidas, creadas entre el 2020 y el 2025, que cuentan con su plan de manejo o administración que incluye acciones para la adaptación al cambio climático. [% de áreas marinas protegidas]	0% Prevista Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA.
	Proporción de Cumplimiento en la elaboración e implementación de una metodología para la evaluación de efectividad del manejo del 100% de los planes de manejo o de administración de áreas marinas protegidas que permita conocer el avance de las metas propuestas en dichos planes en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. [% Cumplimiento]	0% Prevista Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA.
I12) Se evaluarán los co-beneficios que los distintos ecosistemas marinos en áreas marinas protegidas brindan en cuanto a mitigar o adaptarse al cambio climático y se implementarán acciones para potenciar estos co-beneficios. ***Metas:*** a) Al 2025: Se desarrollarán, para 3 áreas marinas protegidas de Chile, métricas estandarizadas para la evaluación de sus capacidades de adaptación o mitigación al cambio climático. b) Al 2030: Se implementarán las métricas desarrolladas para permitir el monitoreo y verificación de capacidades de adaptación o mitigación en al menos 5 áreas marinas protegidas integrando el fortalecimiento de los co-beneficios en sus planes de manejo.	Proporción de Cumplimiento en la evaluación de los co-beneficios que los distintos ecosistemas marinos en áreas marinas protegidas brindan en cuanto a mitigar o adaptarse al cambio climático [% Cumplimiento]	0% Prevista Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA.

Compromiso NDC	Indicador	Reporte de Cumplimiento al 2024
6. FORTALECIMIENTO NDC (ÁREAS PROTEGIDAS Y CONSERVACIÓN)		
Al año 2030, la ECLP 2050 complementa los acuerdos de la NDC en materia de áreas protegidas terrestres existentes, al establecer compromisos que contribuyen a la meta global de protección de al menos el 30% de la tierra y océanos del planeta para 2030; específicamente, al ampliar en al menos 1.000.000 ha., la actual superficie de protección oficial de ecosistemas terrestres y acuático continentales, considerando asimismo en zonas identificadas como refugios climáticos y otras medidas eficaces de conservación (OMEC) basadas en áreas. (meta 2.3 de la ECLP 2050).	Superficie de nuevas áreas de protección oficial de ecosistemas terrestres y acuático continentales (considerando zonas identificadas como refugios climáticos y otras medidas eficaces de conservación (OMEC) basadas en áreas), en el periodo 2020-2030. [Hectáreas protegidas]	470.079 ha (47%) Periodo: 2020 a 2024. Fuente: MMA La superficie reportada corresponde a 36 áreas protegidas en ambientes terrestres, incluidos ambientes terrestres, de aguas continentales y glaciares que han sido puestas bajo protección oficial en ecosistemas subrepresentados (ver Anexo 1)
Se compromete actualización, vigencia e implementación efectiva de los planes de manejo del 100% de las áreas protegidas públicas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, terrestres, marinas y acuático continentales, los cuales incluirán medidas de adaptación al cambio climático; generando también obligaciones de reporte asociadas, que impulsarán el cumplimiento de estas metas. (meta 2.4 de la ECLP 2050)	Porcentaje áreas protegidas públicas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, terrestres, marinas y acuático continentales que cuentan con plan de manejo actualizado, vigente e implementado, contemplando en ello acciones de adaptación a los efectos del cambio climático. [% de áreas protegidas]	43% Periodo: al 2024. Fuente: MMA De un total de 245 áreas protegidas terrestres y marinas que forman parte del sistema nacional.

Fuente: elaboración propia.

Foto: Ana Guerrero

7.2 CONSIDERACIONES DE LA REVISIÓN Y FORTALECIMIENTO DEL COMPONENTE DE INTEGRACIÓN PARA EL PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE LA NDC 2025 Y PARA SU INCORPORACIÓN EN LOS IGCC

La Ley Marco de Cambio Climático de Chile (LMCC) exige que la NDC contenga "un componente de integración que considere aspectos de mitigación y adaptación de manera conjunta, promoviendo la generación de sinergias".

En esta línea el país ha realizado esfuerzos para promover la incorporación del enfoque de integración en sus instrumentos de gestión de cambio climático, entre lo que se destaca el trabajo realizado con el apoyo de la Iniciativa para la Transparencia y Acción Climática (ICAT, por sus siglas en inglés).

Entre mayo de 2024 y abril de 2025, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través del apoyo de ICAT, cuenta con una "Asistencia técnica para el componente de integración de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático", la cual se enmarca en el memorando de entendimiento "Fomentar la incorporación de medidas con enfoque de integración – acciones que aportan a la mitigación y adaptación – en instrumentos de gestión del cambio climático tanto a nivel nacional como subnacional y organizacional" firmado el 2023 entre el gobierno de Chile e ICAT con el objetivo de fortalecer los instrumentos de gestión del cambio climático del país mediante la incorporación de medidas integradas.

Esta asistencia técnica, a cargo de la consultora Tepual, tiene los siguientes productos comprometidos en el marco de este trabajo:

- **Marco conceptual:**

Contar con una definición clara y consensuada de lo que se entenderá por componente de integración que permita avanzar en su implementación y reporte.

- **Desarrollo de lineamientos para guías de elaboración de instrumentos:**

A partir del marco conceptual definido, se proponen mejoras a las guías para la elaboración de IGCC con el fin de incluir nuevas herramientas y contenidos que promueven la consideración del componente de integración. Se considerarán directrices para que los órganos responsables que realicen planes de manera conjunta integren los procesos y utilicen los recursos asignados de manera eficiente, incorporando sinergias en los medios de implementación, mejorando los tiempos de respuesta y el cumplimiento de los plazos y requisitos. También, se desarrollarán lineamientos y directrices para la definición de indicadores que permitan el reporte del seguimiento de avances de este tipo de medidas.

- **Contribuir a la creación de capacidades a nivel regional y local – capacitación.**

Se considera la realización de instancias para la difusión de lecciones aprendidas y buenas prácticas del proyecto hacia las contrapartes de interés de tal manera de promover su consideración en durante el proceso de elaboración de los IGCC en curso.

- **Recomendaciones y directrices para considerar en el proceso de actualización de la NDC**

La actualización de la NDC podrá ser realizada siguiendo un marco conceptual claro que permita una mejor consideración de la componente de integración facilitando con esto su implementación y posterior reporte.

Foto: Nicolás Smith D.

7.3 BIBLIOGRAFÍA

Dodman, D., et al. (2022). Cities, settlements and key infrastructure. En H.-O. Pörtner et al. (Eds.), Climate Change 2022: *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-6/

IISD. (2022). *Addressing climate change through integrated responses: Linking adaptation and mitigation* (Policy brief). https://www.iisd.org/publications/reports/addressing-climate-change-linking-adaptation-mitigation

OECD. (2021). *Strengthening adaptation-mitigation linkages for a low-carbon, climate-resilient future* (OECD Environment Policy Paper No. 23). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/6d79ff6a-en

UNFCCC. (2020). *Information paper on linkages between mitigation and adaptation* (AC/2020/9). United Nations Framework Convention on Climate Change. Adaptation Committee (AC). https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ac17_8b_ada_miti.pdf

UNFCCC. (2023). *Outcome of the first global stocktake*. Draft decision -/CMA.5. Proposal by the President. FCCC/PA/CMA/2023/L.17. https://unfccc.int/documents/636608

7.4 ANEXO 1: ÁREAS PROTEGIDAS QUE APORTAN A LA META DE 1.000.000 HA PROTEGIDAS AL 2030

N°	Nombre AP	Categoría	Decreto	Fecha D.O.	Sup (ha)	Emite DS
1	Arcos de Calán	Santuario de la Naturaleza	Decreto 54	30/3/2022	241,50	Ministerio del Medio Ambiente
2	Río Cochiguaz	Santuario de la Naturaleza	Decreto 55	30/3/2022	49 315,00	Ministerio del Medio Ambiente
3	Humedal de Cutipay	Santuario de la Naturaleza	Decreto 10	21/4/2022	170,80	Ministerio del Medio Ambiente
4	Humedal Desembocadura Del Río Itata	Santuario de la Naturaleza	Decreto 8	21/4/2022	926,70	Ministerio del Medio Ambiente
5	Humedales del Río Maullín	Santuario de la Naturaleza	Decreto Supremo 2	21/4/2022	8 096,80	Ministerio del Medio Ambiente
6	Meullín Puye	Santuario de la Naturaleza	Decreto Supremo 30	21/4/2022	29 542,00	Ministerio del Medio Ambiente
7	Playa Tunquén Quebrada Seca	Santuario de la Naturaleza	Decreto Supremo 43	21/4/2022	144,50	Ministerio del Medio Ambiente
8	Desembocadura del Río Limarí	Santuario de la Naturaleza	Decreto 56	22/4/2022	189,00	Ministerio del Medio Ambiente
9	Humedal Arauco Desembocadura Río Carampangue	Santuario de la Naturaleza	Decreto 31	13/5/2022	204,30	Ministerio del Medio Ambiente
10	Desembocadura Río Copiapó	Santuario de la Naturaleza	Decreto 12	16/5/2022	115,20	Ministerio del Medio Ambiente
11	Llancahue	Santuario de la Naturaleza	Decreto 29	16/5/2022	1 277,00	Ministerio del Medio Ambiente
13	Humedal Bahía de Curaco de Vélez	Santuario de la Naturaleza	Decreto 22	26/7/2022	59,70	Ministerio del Medio Ambiente
14	Humedal Bahía de Quinchao	Santuario de la Naturaleza	Decreto 23	26/7/2022	102,80	Ministerio del Medio Ambiente
15	Humedal Costero de Putemún	Santuario de la Naturaleza	Decreto 14	26/7/2022	149,00	Ministerio del Medio Ambiente
16	Lagos Huillinco y Cucao	Santuario de la Naturaleza	Decreto 24	2/8/2022	3 030,60	Ministerio del Medio Ambiente
17	Humedal Costero y Laguna Quilo	Santuario de la Naturaleza	Decreto 21	16/8/2022	282,00	Ministerio del Medio Ambiente
18	Itata - Gualaguala	Santuario de la Naturaleza	Decreto 43	16/8/2022	903,37	Ministerio del Medio Ambiente
19	Salar del Huasco	Parque Nacional	Decreto 66	1/3/2023	119 701,83	Ministerio de Bienes Nacionales
21	Oasis de Niebla Punta Gruesa	Santuario de la Naturaleza	Decreto 2	2/6/2023	29,40	Ministerio del Medio Ambiente
22	Desierto Florido	Parque Nacional	Decreto 12	12/6/2023	57 104,40	Ministerio del Medio Ambiente
23	Glaciares de Santiago	Parque Nacional	Decreto 25	16/8/2023	75 114,63	Ministerio del Medio Ambiente
24	Cerro de la Cruz	Santuario de la Naturaleza	Decreto 32	30/11/2023	17,02	Ministerio del Medio Ambiente
25	Cruz de Piedra	Santuario de la Naturaleza	Decreto 34	30/11/2023	92 953,52	Ministerio del Medio Ambiente
27	Río Sasso	Santuario de la Naturaleza	Decreto 3	1/12/2023	14 009,00	Ministerio del Medio Ambiente
28	Humedal Desembocadura Río Biobío	Santuario de la Naturaleza	Decreto 28	18/12/2023	2 174,50	Ministerio del Medio Ambiente
29	Valle de Cochamó	Santuario de la Naturaleza	Decreto 29	29/1/2024	11 432,00	Ministerio del Medio Ambiente
30	Cruz Grande	Santuario de la Naturaleza	Decreto 33	29/1/2024	486,80	Ministerio del Medio Ambiente
31	Playa sur de Tunquén	Santuario de la Naturaleza	Decreto 35	16/2/2024	41,50	Ministerio del Medio Ambiente
32	Dunas de La Chépica - Gota de Leche	Santuario de la Naturaleza	Decreto 36	20/2/2024	270,35	Ministerio del Medio Ambiente
34	Desembocadura Río Loa	Santuario de la Naturaleza	Decreto 7	9/8/2024	707,90	Ministerio del Medio Ambiente
35	Quebrada Ojo de Opache	Santuario de la Naturaleza	Decreto 11	10/10/2024	351,00	Ministerio del Medio Ambiente
36	Humedal Tubul Raqui	Santuario de la Naturaleza	Decreto 52	26/8/2024	935,40	Ministerio del Medio Ambiente

7.5 ANEXO 2: ÁREAS PROTEGIDAS QUE APORTAN EN LA PROTECCIÓN DE HUMEDALES COSTEROS BAJO LA CATEGORÍA DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA

N°	Nombre AP	Categoría	Decreto	Acuerdo CMS	Sup (ha)	Fecha D.O
1	Bahía Lomas	Santuario de la Naturaleza	DS N° 16, 11 junio 2019	Acuerdo Nº 4, enero 2019 CMS	58.946,00	16-04-2020
2	Humedal Río Maipo	Santuario de la Naturaleza	DS N° 1, 27 enero 2020	Acuerdo N° 20, nov. 2019 CMS	60,30	09-07-2020
3	Humedal Costero Carrizal Bajo	Santuario de la Naturaleza	DS N° 39, 20 noviembre 2019	Acuerdo Nº 16, sept.2019 CMS	46,80	26-08-2020
4	Humedales de la Cuenca de Chepu	Santuario de la Naturaleza	DS N° 3, 27 enero 2020	Acuerdo N° 26, dic. 2019 CMS	2.902,95	26-08-2020
5	Humedal Salinas de Pullally - Dunas de Longotoma	Santuario de la Naturaleza	DS N° 4, 27 enero 2020	Acuerdo N° 27, dic. 2019 CMS	677,00	10-02-2021
6	Aguada La Chimba	Santuario de la Naturaleza	DS N° 14, 1 abril 2021	Acuerdo Nº 20, oct 2020 CMS	2,20	12-08-2021
7	Piedra del Viento y Topocalma	Santuario de la Naturaleza	DS N° 10, 2 marzo 2021	Acuerdo Nº 14, agosto 2020 CMS	2.440,00	06-09-2021
8	Humedal Costero de Totoral	Santuario de la Naturaleza	DS N° 13, 1 abril 2021	Acuerdo Nº 22, nov 2020 CMS	368,00	29-09-2021
9	Humedal La Boca	Santuario de la Naturaleza	DS N° 27, 2 julio 2021	Acuerdo N° 16, mayo 2021 CMS	1.129,00	17-11-2021
10	Arcos de Calán	Santuario de la Naturaleza	DS N° 54, 30 noviembre 2021	Acuerdo Nº 15, agosto 2020 CMS	241,50	30-03-2022
11	Humedal Desembocadura Del Río Itata	Santuario de la Naturaleza	DS N° 8 de 13 enero 2022	Acuerdo Nº 31, oct 2021 CMS	926,70	21-04-2022
12	Humedales del Río Maullín	Santuario de la Naturaleza	DS N° 2 de 6 enero 2022	Acuerdo N° 21, nov. 2019 CMS	8.096,80	21-04-2022
13	Playa Tunquén Quebrada Seca	Santuario de la Naturaleza	DS N° 43 de 12 octubre 2021	Acuerdo N° 21, junio 2021 CMS	144,00	21-04-2022
14	Desembocadura del Río Limarí	Santuario de la Naturaleza	DS N° 56 de 21 diciembre 2021	Acuerdo N° 25, agosto 2021 CMS	189,00	22-04-2022
15	Humedal Arauco Desembocadura Río Carampangue	Santuario de la Naturaleza	DS N°31 de 10 noviembre 2020	Acuerdo Nº 19, oct 2020 CMS	204,00	13-05-2022
16	Desembocadura Río Copiapó	Santuario de la Naturaleza	DS N° 11 de 27 enero 2022	Acuerdo Nº 37, dic 2021 CMS	115,00	16-05-2022
17	Humedal Bahía de Curaco de Vélez	Santuario de la Naturaleza	DS N° 22 de 17 junio 2021	Acuerdo N° 2, enero 2021 CMS	60,00	26-07-2022
18	Humedal Bahía de Quinchao	Santuario de la Naturaleza	DS N° 23 de 17 junio 2021	Acuerdo N°° 3, enero 2021 CMS	102,00	26-07-2022
19	Humedal Costero de Putemún	Santuario de la Naturaleza	DS N°14 de 1 marzo 2022	Acuerdo N° 3, enero 2022 CMS	149,00	26-07-2022
20	Lagos Huillinco y Cucao	Santuario de la Naturaleza	DS N° 24 de 17 junio 2021	Acuerdo N° 4, enero 2021 CMS	3.030,00	02-08-2022
21	Humedal Costero y Laguna Quilo	Santuario de la Naturaleza	DS N° 21 de 17 junio 2021	Acuerdo N° 1, enero 2021 CMS	282,00	16-08-2022
22	Desembocadura Río Biobío	Santuario de la Naturaleza	DS N° 28 de 21 de agosto de 2023	Acuerdo N° 9, mayo 2023	2.174,50	18-12-2023
23	Desembocadura Río Loa	Santuario de la Naturaleza	DS N° 7 de 13 enero 2022	Acuerdo N° 26, agosto 2021 CMS	707,90	09-08-2024
24	Humedal Tubul Raqui	Santuario de la Naturaleza	Decreto N° 52 de 29 agosto 2022	Acuerdo N° 13, julio 2022	935,40	24-08-2024