

Análisis de las principales necesidades y brechas de financiamiento existentes para la implementación de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)

© Ministerio de Hacienda & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Santiago, noviembre de 2024

<https://hacienda.gob.cl/>

<https://www.undp.org/es/chile>

REPRESENTANTE RESIDENTE PNUD CHILE

Georgiana Braga-Orillard

ELABORACIÓN DE LA PUBLICACIÓN

Fernando Córdova (PNUD Chile)

Karina Toledo (PNUD Chile)

María Paz Gutiérrez (Ministerio de Hacienda)

Valeria Pizarro (PNUD Chile)

Laura Cañete (PNUD Chile)

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

DICTUC Greenlab

Jefe de proyecto: Luis Gonzales

Expertos asesores: Oscar Melo, Luis Cifuentes, José Miguel Valdés, Cristóbal de la Maza.

Profesionales: Alejandro Bañados, Pollette Lara, Javiera Muñoz, Carolina Moya, Daniela Madrazo, Denny Acuña y María Ignacia Venegas.

Los equipos de trabajo agradecen a Carola Moreno (Ministerio de Hacienda) y a Paloma Toranzos (PNUD Chile) por sus comentarios y retroalimentación para esta publicación.

DISEÑO

Luis E. Silva

ILUSTRACIONES

Dilo con Monos

CITAR COMO

Ministerio de Hacienda & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2024). Análisis de las principales necesidades y brechas de financiamiento existentes para la implementación de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). PNUD, Santiago de Chile.

Este producto fue desarrollado bajo la iniciativa *Climate Promise* del PNUD, con el generoso financiamiento de los gobiernos de Alemania, Japón, la Unión Europea, Reino Unido, Suecia, España, Bélgica, Islandia, Italia, Portugal, y otros socios de financiamiento básico, y respalda la contribución del PNUD a la NDC Partnership.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no representan necesariamente las de las Naciones Unidas, la NDC Partnership, los gobiernos de Alemania, Japón, la Unión Europea, Reino Unido, Suecia, España, Bélgica, Islandia, Italia, Portugal u otros socios de financiamiento básico del PNUD.



Contenido

RESUMEN	6
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 Contexto	10
1.2 Objetivos y alcances	10
1.3 Antecedentes	11
2 METODOLOGÍA Y RESULTADOS	12
2.1 Etapa 1: Identificación de acciones	13
2.2 Etapa 2: Costeo de acciones	15
2.3 Etapa 3: Desagregación a nivel regional	17
2.4 Etapa 4: Priorización	18
3 CONCLUSIONES	22

Resumen

La crisis climática impacta severamente a los países del mundo, y fenómenos como lluvias intensas, inundaciones, huracanes, deslizamientos de tierra e incendios forestales se han vuelto recurrentes en las portadas de los periódicos y otros medios de comunicación. Existe un consenso general sobre la urgencia de la acción, lo que ha llevado a los países a definir sus propias metas y compromisos a nivel nacional. Sin embargo, la disponibilidad de información clave que asegure la correcta implementación de medidas necesarias para abordar dichos compromisos, puede ser difícil de obtener o acceder. ¿Cuál es el costo de ejecutar estas medidas? ¿Qué brechas debemos abordar para poder implementar las acciones necesarias y cumplir con nuestros compromisos?, son preguntas claves que debemos intentar responder.

En esta publicación, se presenta el análisis de las principales necesidades y brechas de financiamiento existentes para la implementación de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile. El objetivo principal de este análisis, es dotar de datos relevantes al proceso de actualización de la Estrategia Financiera frente al cambio climático (EFCC) del Ministerio de Hacienda; junto con proveer de las metodologías de cálculo de costos para medidas de mitigación y adaptación a los impactos negativos del cambio climático. Lo anterior permitirá promover su difusión, distinción y perfeccionamiento para mejorar la cantidad y calidad de información que acompañe la toma de decisiones del sector público y privado frente a las urgencias que demanda el cambio climático.

Para la estimación y análisis de costos se identificaron acciones concretas y costeables de la ECLP, las que fueron agrupadas en 30 paquetes de acción, abarcando medidas de mitigación, adaptación e integración (mitigación y adaptación) frente al cambio climático.

Los resultados concluyeron que para el período 2022-2050, las medidas costeadas representarían un ahorro neto¹ de US\$ 10.924 millones en el largo plazo. Estos ahorros netos se concentran en sectores como Transporte y Usos Finales de Energía. En tanto que los sectores que registran costos netos² corresponden, entre otros, a Aguas Minería (desalinización), Sistema Eléctrico y Residuos.

A nivel general, para el componente de adaptación al cambio climático se estima un costo neto igual a US\$ 18.708 millones, mientras que para mitigación del cambio climático existiría un ahorro neto de US\$ 29.632 millones. Al desagregar por regiones, se obtuvo que la zona norte cuenta con los costos netos al 2050 más altos, mientras que la zona centro obtiene ahorros netos por la implementación de los paquetes de acciones.

1 Ahorro neto se produce cuando la suma del CAPEX y OPEX de una medida genera ahorros operacionales superiores al costo de inversión.

2 Costos netos se producen cuando la suma del CAPEX y OPEX de una medida da como resultado costos de inversión y operación que superan los ahorros producto de la implementación de la medida.

Al priorizar los paquetes según su atractivo³ y madurez⁴ (alta, intermedia y baja), con el fin de obtener mayor claridad en las brechas financieras, regulatorias y/o tecnológicas asociadas a cada medida; un total de 73% de los paquetes presentaron prioridad intermedia y se identificaron dos paquetes de acciones para la mitigación (Captura de biogás en rellenos sanitarios e implementación de ciclovías con planes de movilidad) cuya inversión inmediata se considera estratégica dado su grado de preparación y su alineación con los principios que guían la acción climática.

Mensajes principales

- Existe información limitada y falta mayor desarrollo de la cuantificación de costos para las acciones de adaptación, en comparación al costeo de mitigación. Esto se debe a varias razones metodológicas, como la ausencia de una métrica común para evaluar el nivel de adaptación y las diferencias significativas en las vulnerabilidades y capacidades de adaptación entre diferentes regiones. Por lo tanto, soluciones efectivas de adaptación pueden tener una aplicabilidad limitada en otros contextos.
- Existe dificultad para convertir ciertas metas de la ECLP en acciones concretas, que permitan mejorar la mitigación y/o adaptación al cambio climático. Lo anterior, ocurre principalmente en metas vinculadas a sectores como turismo, transporte marítimo y salud, que aún se encuentran menos desarrollados en términos de respuesta al cambio climático. Se espera que en el futuro estas metas evolucionen hacia acciones más específicas.
- Las medidas de la ECLP generarán inicialmente costos entre 2023-2030 debido a inversiones en mitigación y adaptación al cambio climático. Sin embargo, a medida que se superen las etapas iniciales de implementación, las medidas generarán beneficios económicos y sociales significativos a largo plazo, proyectándose un ahorro neto de US\$ 10.924 millones para el periodo completo 2022-2050.
- Los costos netos se concentran en las medidas de adaptación. Lo anterior se debe a que las acciones de adaptación no suelen generar ahorros monetarios directos⁵ como sucede con las medidas de mitigación, que incluyen mejoras en eficiencia o cambios en el tipo de combustibles, los que generalmente amortiguan los costos netos asociados a las medidas.
- Analizar la madurez y el atractivo de las medidas puede ser útil al momento de identificar necesidades de inversión, ya que proporciona una evaluación integral de las acciones concretas disponibles y la viabilidad de estas. Por ejemplo, una medida puede ser altamente atractiva debido a sus beneficios ambientales, pero requiere un mayor desarrollo tecnológico para ser efectivamente implementada.

3 La madurez da cuenta de su grado de preparación (i.e., “readiness”) para ser utilizada. Se compone de tres subcriterios para mitigación y adaptación al cambio climático: Madurez tecnológica, Información disponible y Práctica común.

4 El atractivo guarda relación con la contribución a los objetivos de mitigación/adaptación y su alineación con los principios que guían la acción climática según la legislación chilena. Para mitigación se compone de los siguientes subcriterios: Costo-efectividad, Co beneficio, Equidad y justicia climática. Mientras que por el lado de la adaptación contempla: Costo de inacción, Equidad y justicia climática y Enfoque ecosistémico.

5 Las medidas de adaptación no suelen generar ahorros monetarios directos, pero sí tienen beneficios económicos asociados a evitar daños futuros. Estos daños no fueron el foco de este estudio. Para más información se puede consultar el estudio “Costos asociados a la inacción frente al cambio climático en Chile” de Melo y otros (2023).

Recomendaciones

- Para futuros ejercicios de costeo se recomienda priorizar el uso de los informes de los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) y Planes Sectoriales de Adaptación (PSA). Estos planes no solo contienen acciones más detalladas y concretas que facilitan la evaluación por sector, sino que también proporcionan una base más robusta en términos de comprensión de los impactos económicos asociados a dichas acciones.
- Dependiendo de la matriz de priorización de los paquetes de medidas de acción, se identifican necesidades de inversión en distintos sentidos. Por ejemplo, por un lado, para aumentar la madurez de las acciones en el sector de generación eléctrica, las inversiones pueden dirigirse hacia el desarrollo y la mejora de tecnologías. Por otro lado, para la desalinización de las aguas mineras, la inversión puede enfocarse en la creación de guías y regulaciones que minimicen los impactos socioambientales.
- Se recomienda profundizar en el análisis de la proporción entre la inversión pública y privada en la implementación de las medidas de acción climática. Dado que la inversión que podría provenir de los privados corresponde a un porcentaje significativo (entre el 78% - 86%), es fundamental fortalecer y promover las condiciones que faciliten e incentiven su participación.

1

Introducción



1.1 Contexto

Las economías globales están actualmente enfrentando desafíos significativos relacionados con la mitigación y adaptación a los impactos adversos del cambio climático. En este contexto, Chile no es una excepción, ya que es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático y posee altos costos de inacción⁶.

Ante esta situación, y en coherencia con sus compromisos internacionales, el país ha respondido con múltiples instrumentos de política pública, entre los cuales se destaca: su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) actualizada en 2020 (y su versión fortalecida en 2022); su Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) publicada en 2021; y su Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) publicada en 2022. A grandes rasgos, en la NDC se realizaron compromisos incluyendo un presupuesto de carbono para el periodo 2020-2030; en la ECLP se proponen múltiples metas y se asignan presupuestos por sector al año 2050; y la LMCC crea un marco jurídico y conceptual de largo plazo, en el cual se delimitan las responsabilidades de los sectores. Entre estas, se define que los ministerios deben desarrollar Planes Sectoriales de Mitigación (PSM) donde establezcan y costeen acciones concretas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, respetando los presupuestos de carbono de la ECLP.

Por su parte, el Ministerio de Hacienda es el encargado del componente financiero comprometido por Chile en el Acuerdo de París. En este contexto, en diciembre de 2019 se publicó la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático (EFCC), y en marzo de 2022 se presentó una actualización que refleja los avances alcanzados hasta ese momento. Durante el segundo semestre de 2024, se sometió a consulta ciudadana el anteproyecto para una nueva actualización de la EFCC, la cual incorpora los lineamientos de la LMCC y ECLP, y cuya versión final se espera publicar antes de finalizar el 2024.

Para actualizar correctamente la EFCC, el Ministerio de Hacienda requiere, entre otros antecedentes, determinar los costos de las metas en la ECLP, para el logro de los compromisos climáticos del país.

1.2 Objetivos y alcances

El objetivo principal de este estudio es desarrollar un análisis de las principales necesidades y brechas de financiamiento existentes para la implementación de la ECLP.

Este análisis, proporciona elementos clave para la formulación de la EFCC; apuntando a la determinación de costos, diagnóstico de las necesidades de financiamiento y las principales brechas a nivel nacional y subnacional vinculados a la implementación de las metas de la ECLP. Además, ofrece los fundamentos necesarios para investigaciones futuras, como el análisis del impacto macroeconómico derivado de la cuantificación de los costos asociados a las medidas de mitigación y adaptación, o de los posibles efectos sectoriales que podrían surgir en diversos mercados.

⁶ Ver Ó. Melo y otros (coords.), “Costos asociados a la inacción frente al cambio climático en Chile: síntesis”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/45), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

1.3 Antecedentes

Como parte del análisis, se revisaron experiencias internacionales relevantes para indagar en el estudio de metodologías de costeo. Entre ellas se destaca el trabajo desarrollado por el Banco Mundial junto al gobierno de Colombia. En específico, un aporte relevante es la Guía Metodológica para el costeo de medidas de adaptación de la NDC de Colombia (2021), que proporciona estimaciones de costos en Latinoamérica. La guía detalla pasos esenciales para el costeo de metas de la NDC, incluyendo la revisión y actualización de metas, recopilación de datos, clasificación de metas, diseño participativo, definición de acciones y conceptos de gasto, disponibilidad de datos relevantes y construcción del costeo por meta. Los pasos antes descritos, servirán como referencia para la estimación de costos.

Otro antecedente relevante son los Informes sobre el Clima y el Desarrollo de los Países (CCDR) del Banco Mundial, donde se destacan las brechas y necesidades de financiamiento para países específicos. En ellos, se resalta el desafío financiero que representa la inversión en resiliencia climática para países menos desarrollados, especialmente en la corrección de deficiencias en desarrollo e infraestructura. En general, se observa que la cuantificación de los costos de adaptación se encuentra menos desarrollada que los de mitigación. En esto impactan cuestiones metodológicas como la falta de una métrica común para evaluar el nivel de adaptación, así como lo disímil que son las vulnerabilidades y capacidades de adaptación en diferentes territorios. De esta forma, la adaptación requiere del desarrollo de soluciones sitio-específicas donde sea complejo ocupar resultados de otros contextos.

Los antecedentes se complementaron con entrevistas a actores relevantes a nivel nacional e internacional, las que permitieron identificar desafíos y limitaciones en la implementación de medidas, entre las cuales se pueden destacar: falta de financiamiento, ausencia de colaboraciones público privadas, desafíos en el seguimiento y evaluación de indicadores, falta de coordinación y marcos normativos (no hay sinergias entre ministerios y ausencia de las condiciones habilitantes para la ejecución de planes), incertidumbre y carencias de métricas a nivel regional para monitorear el gasto climático.

2

Metodología y resultados



La metodología utilizada en este ejercicio de costeo sigue cuatro etapas: (1) identificación de acciones a costear, (2) costeo de los paquetes de acciones⁷, (3) desagregación de sus costos a nivel regional y (4) priorización de paquetes de acciones. Esta metodología secuencial busca un desarrollo sistemático del trabajo pero a la vez entrega flexibilidad para incorporar los diferentes grados de información disponible en los distintos sectores.

La metodología utilizada responde al momento particular en que se encuentra el desarrollo de los instrumentos de gestión del cambio climático en Chile. En 2022 se publicó la Ley Marco de Cambio Climático, la cual genera una serie de instrumentos de gestión del cambio climático, que permiten vincular las metas de la ECLP y NDC con acciones concretas. De acuerdo con la LMCC, durante el 2024 se deben generar 7 planes sectoriales de mitigación, 12 planes sectoriales de adaptación y 16 planes regionales de acción climática. Adicionalmente, los planes sectoriales de mitigación vendrán acompañados por sus respectivos informes financieros. Lo anterior, implica que próximos esfuerzos contarán con acciones más concretas que evaluar, en conjunto con mayores antecedentes respecto a sus impactos financieros.

2.1 Etapa 1: Identificación de acciones

La primera etapa consiste en la identificación de las acciones a costear, para esto se sistematizaron y clasificaron las 403 metas individualizadas de la ECLP⁸. De las 403 metas: 81 se clasificaron como de inversión (20%), las cuales se caracterizan por requerir acciones con inversión directa pública o privada; 217 metas fueron categorizadas como habilitantes (54%), las cuales están asociadas a la creación de decretos, normas secundarias y planes; 90 metas de gestión de información (22%), en las que se establecen lineamientos, requisitos, y metodologías relacionadas con el seguimiento del cumplimiento de medidas de mitigación y adaptación; 5 metas que afectan las condiciones de financiamiento (1%) y 10 metas sin acción definida (3%), donde no se puede inferir con certeza el tipo de acción requerida.

El análisis del estudio, se centró en las 81 metas de inversión al estar asociadas a acciones concretas y costeables, lo que permitió un análisis financiero más detallado y tangible, así, mediante un proceso iterativo, fue posible generar 30 paquetes de acciones para costear directamente estas 81 metas de inversión.

Posteriormente, se identificaron medidas que no son de inversión pero que también están relacionadas a estos 30 paquetes (habilitantes, de gestión, información, condiciones de financiamiento, etc.) Por medio de este ejercicio, se logró asociar a las iniciales 81 metas de inversión: 88 metas habilitantes, 28 de gestión de información, 2 de condiciones de financiamiento y 4 sin acción definida (ver Tabla 1). Estas metas son consideradas para la identificación de brechas y el análisis dentro de cada paquete, pero no son costeadas directamente. Considerando las metas de inversión costeadas directamente y estas metas relacionadas, los paquetes de acciones logran el alcance de 203 metas de la ECLP (50,4% del total).

⁷ Los paquetes de acciones corresponden a metas con acciones estrechamente relacionadas, agrupadas en conjunto en una ficha para evitar la doble contabilización de los costos. Hay metas que implican las mismas acciones, pero se diferencian en el plazo a evaluar (por ejemplo, una meta para 2030 y la misma más ambiciosa para 2050). También, existen otras que están estrechamente interconectadas, por lo que al evaluar sus costos de manera independiente se estaría contando dos veces la misma inversión.

⁸ Estas metas corresponden al Capítulo 5 de la ECLP y a una desagregación realizada por el Ministerio del Medio Ambiente en 2023.

TABLA 1 Distribución de metas incluidas y no incluidas en el ejercicio de costeo

TIPO DE ACCIÓN	METAS CONSIDERADAS EN EL COSTEO		METAS NO CONSIDERADAS EN EL COSTEO		TOTAL
	CANTIDAD	PORCENTAJE DEL TOTAL	CANTIDAD	PORCENTAJE DEL TOTAL	
Inversión	81	20,1%	0	0,0%	81
Habilitante	88	21,8%	129	32,0%	217
Gestión de información	28	6,9%	62	15,4%	90
Condiciones de Financiamiento	2	0,5%	3	0,7%	5
Sin acción definida	4	1,0%	6	1,5%	10
Total	203	50,4%	200	49,6%	403

FUENTE: Elaboración propia

Por último, estos paquetes fueron clasificados en los siguientes sectores (o ámbitos de acción): Agro, Aguas minería (desalinización), Ciudades, Edificios Residenciales, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (FOLU, por sus siglas en inglés), Infraestructura, Pesca y Acuicultura, Relaves, Residuos, Sector Sanitario, Sistema Eléctrico, Transporte y Usos finales de energía. Los paquetes cubren medidas de mitigación, adaptación e integración (mitigación y adaptación), lo anterior en línea con el esfuerzo multisectorial que representó la elaboración de la ECLP. Si bien cada paquete está clasificado por sector, sus metas necesitan colaboración entre distintas entidades. Con esto, se obtuvieron 30 paquetes de medidas asociadas a la implementación de las metas de la ECLP, como se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2 Nombre de paquetes de medidas

ÁMBITO DE ACCIÓN	NOMBRE PAQUETE DE ACCIÓN
Agro	1. Implementación de mercados campesinos
	2. Tratamiento purines cerdo
Aguas Minería	3. Desalinización Industria minera
Ciudades	4. Construcción de Centros Comunitarios
	5. Red de Energía Distrital
Edificios Residenciales	6. Edificaciones nuevas bajas en emisiones
	7. Reacondicionamiento de viviendas con acceso a subsidio
FOLU	8. Manejo de superficie de bosque nativo
	9. Recuperación de cubierta forestal
	10. Balance de emisiones en Humedales
	11. Protección de ecosistemas terrestres y acuáticos
	12. Restauración y monitoreo de paisaje

Infraestructura	13. Proyectos de infraestructura con soluciones basadas en la naturaleza (SBN)
	14. Infraestructura pública baja en carbono
	15. Iniciativas de infraestructura con criterios de Circularidad
Pesca y Acuicultura	16. Eficiencia energética en pesca y acuicultura
Relaves	17. Gestión de relaves abandonados
Residuos	18. Captura de biogás en Rellenos Sanitarios
	19. Compostaje Residuos Municipales
	20. Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)
	21. Recuperación de sitios de disposición ilegal de residuos
Sector Sanitario	22. Aumento tasas de reciclaje y reducción de residuos
	23. Disminución de huella ambiental y aumento de reutilización de aguas servidas
Sistema Eléctrico	24. Mejora en provisión de agua potable
	25. Sistema eléctrico cero emisiones
Transporte	26. Demanda energética a partir de fuentes renovable
	27. Reducción de emisiones en transporte marítimo
	28. Implementación de Ciclovías y Planes de Movilidad
Usos finales de energía	29. Vehículos bajos en emisión
	30. Disminución de emisiones de combustibles en Industria y Minería

FUENTE: Elaboración propia

2.2 Etapa 2: Costeo de acciones

En la segunda etapa se realizó la estimación y análisis de costos de los paquetes de acciones. Considerando las metas de inversión se identificaron las principales acciones y sus componentes de costos, muchas veces separando entre inversión de capital (CAPEX) y gastos de operación y mantenimiento (OPEX)⁹.

En la Figura 1 se muestra el costo presente de los paquetes de medidas para el periodo 2022-2050 por ámbito de acción. Por un lado, en los ámbitos de Agro, Aguas Minería (desalinización), Ciudades, Edificios Residenciales, FOLU, Residuos, Sector Sanitario y Sistema eléctrico, se observan costos netos en el largo plazo, en donde el sector de Aguas Minería representa la mayor proporción de costos con US\$ 12.948 millones. Le sigue el Sistema Eléctrico, que presenta un costo neto de US\$ 12.356 millones, después Residuos con US\$ 9.442 millones y finalmente Edificios Residenciales con US\$ 6.857 millones. Por otro lado y en el largo plazo, existen sectores que tendrían ahorros netos, como Pesca y Acuicultura, Relaves, Transporte y Usos Finales de Energía. El ahorro más significativo ocurriría en usos finales de Energía con

⁹ El detalle de los cálculos y resultados por paquete de acción se encuentra en las fichas de los Anexos, disponible en el siguiente link: <https://data.mendeley.com/preview/b4tkn9jr9z?a=5665b82f-0673-442d-a6bd-ef2076a8d653>

un ahorro de US\$ 44.140 millones¹⁰ y en Transporte con US\$ 9.999 millones en el periodo 2022-2050. A nivel agregado, el estudio presenta un ahorro neto de US\$ 10.924 millones en el periodo de 2022-2050 para las medidas seleccionadas de la ECLP.

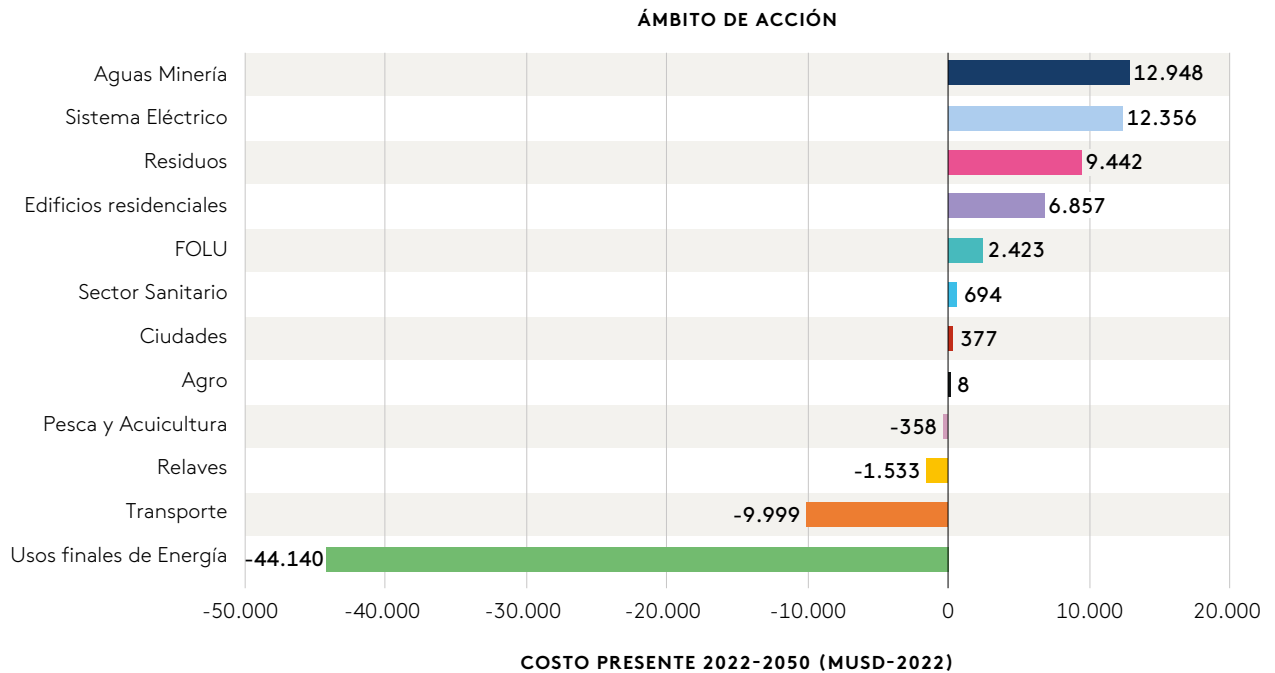
Estos costos no son extrapolables directamente al total de costos de la ECLP. Los paquetes de medidas están vinculados a poco más de la mitad de las metas incluidas en la ECLP (203 de las 403 metas), el resto no se asociaron directamente a acciones concretas que permitieran mejorar la mitigación y/o adaptación al cambio climático. Entre ellas, se encuentran metas asociadas a sectores que tienen menor grado de avance en temáticas asociadas al cambio climático (por ejemplo, turismo, transporte marítimo y salud) y cuyas metas se asocian principalmente a monitoreo, sistematización de información, identificación de acciones y procesos de participación ciudadana.

Otro aspecto para considerar, es que el costo de los paquetes de acción sólo tomó en cuenta las acciones relacionadas a las metas de inversión. Si bien se vincularon otras metas a los paquetes, principalmente habilitantes y/o de información, las acciones asociadas a estas metas no fueron costeadas directamente. Lo anterior, es consistente con el enfoque de estimar los costos de las grandes componentes de las acciones, bajo el supuesto de que el costo de estas otras acciones es significativamente menor.

Al desagregar los resultados del componente de mitigación, se observa que las estimaciones se encuentran en línea con las de otros estudios. En este componente, se obtuvo un ahorro neto de US\$ 29.632 millones¹¹, lo cual, con las limitaciones de comparación correspondientes, está dentro del rango de US\$ 24.562 millones y US\$ 31.400 millones, estimado por Benavides et al. (2021) y el Ministerio de Energía (2019). Para adaptación se estimaron costos netos de US\$ 18.708 millones, lo que es esperable considerando que en estas medidas no hay beneficios monetarios directos de mejoras en eficiencia o recambio de combustibles.

10 Corresponde al paquete de acción de Disminución de emisiones de combustibles en Industria y Minería que registra un CAPEX de US\$ 9.210 millones de costo asociado a inversiones en electrificación motriz y térmico y reemplazo de camiones mineros diésel por celdas de hidrógeno y un OPEX que implica ahorros de US\$ 53.350 millones, producto del reemplazo de consumo de diésel, gas natural e hidrógeno.

11 Del análisis realizado, a nivel general se desprende que el monto de ahorro neto al 2050 alcanzaría un equivalente a US\$ 10.924 millones. Donde, para el componente de adaptación se estima un costo neto igual a US\$ 18.708 millones, mientras que para mitigación existiría un ahorro neto de US\$ 29.632 millones.

FIGURA 1 Valor presente de los paquetes de acción en el periodo 2022-2050 (MUSD-2022).

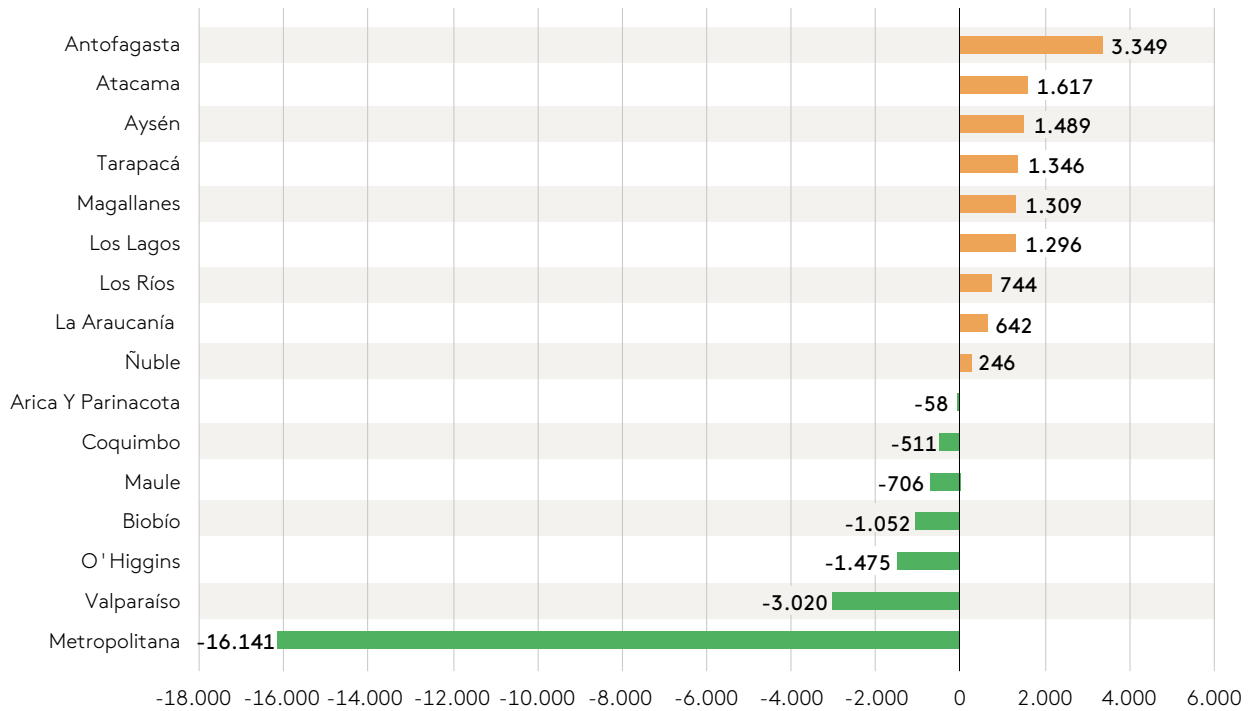
FUENTE: Elaboración propia

2.3 Etapa 3: Desagregación a nivel regional

En la tercera etapa se realizó la desagregación de las estimaciones a nivel regional. Para esto se priorizaron metodologías *bottom-up* cuando fuesen aplicables y, donde no se pudieron regionalizar los componentes más básicos de la estimación, los costos totales se distribuyeron por región en a base a algún indicador *proxy*.

En la Figura 2, se muestra la estimación del valor presente de los costos de los paquetes de acción por región para el periodo 2022-2050. Se observa que los costos y beneficios económicos no se distribuyen uniformemente a través del territorio. Los resultados apuntan a que, mientras regiones como las de la zona norte (I: Tarapacá, II: Antofagasta, III: Atacama), cuentan con los costos netos al 2050 más altos, en la zona centro (RM: Metropolitana, V: Valparaíso, VI: O'Higgins), llegan a tener ahorros netos por la implementación de los paquetes de acciones. Estas diferencias se explican principalmente por la incidencia de los paquetes de los sectores de Aguas Minería (desalinización), que tiene altos costos en las regiones del norte con mayor presencia de esta actividad, y el de Transporte junto con Usos Finales de Energía, que tienen altos beneficios en regiones con gran cantidad de vehículos e industrias.

Aunque el ejercicio de desagregar los costos a escala regional tiene limitaciones, los resultados apuntan a que la distribución está lejos de ser uniforme. Lo anterior, responde a lo variadas que son las fuentes de emisión, las vulnerabilidades y el potencial de acción en las regiones. Los futuros instrumentos de gestión del cambio climático a nivel territorial, como los planes de acción regional, los planes de acción comunal y/o los de cuenca, permitirán un análisis más detallado de este aspecto.

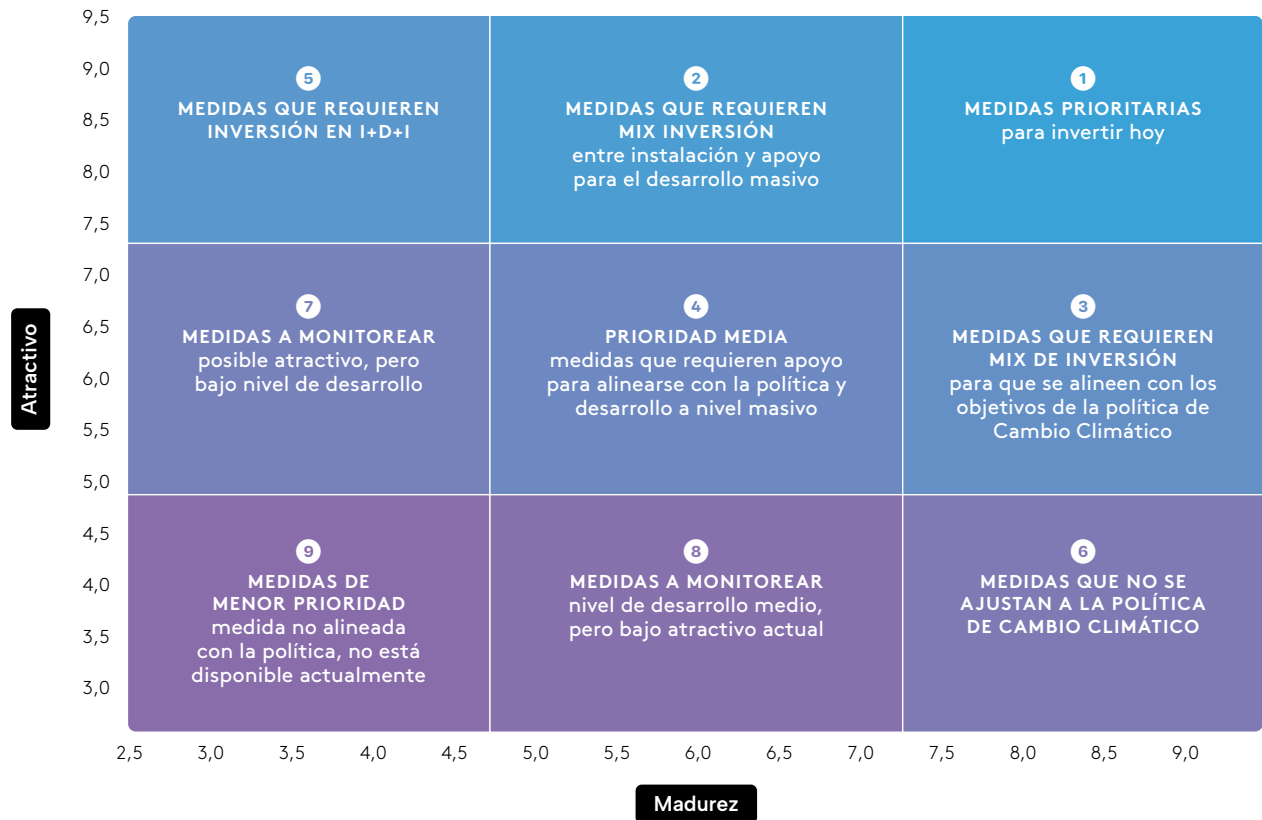
FIGURA 2 Valor presente de los costos estimados para el periodo 2022-2050 por región (MUSD-2022)

FUENTE: Elaboración propia

2.4 Etapa 4: Priorización

En la cuarta etapa se realizó la priorización de paquetes. Para este ejercicio se consideran dos dimensiones: atractivo y madurez. El atractivo guarda relación con la contribución a los objetivos de mitigación/adaptación y su alineación con los principios que guían la acción climática, según la LMCC. Por otra parte, la madurez da cuenta de su grado de preparación (i.e., "readiness") para ser utilizada, considerando aspectos como la madurez tecnológica, la disponibilidad de información y/o su grado de adopción. Los 30 paquetes de acciones se describieron en estas dos dimensiones, priorizados según su nivel conjunto de atractivo y madurez. En la Figura 3 se muestra la matriz de priorización desarrollada en el estudio con sus respectivas definiciones de cuadrantes.

FIGURA 3 Matriz de priorización de paquetes de acción

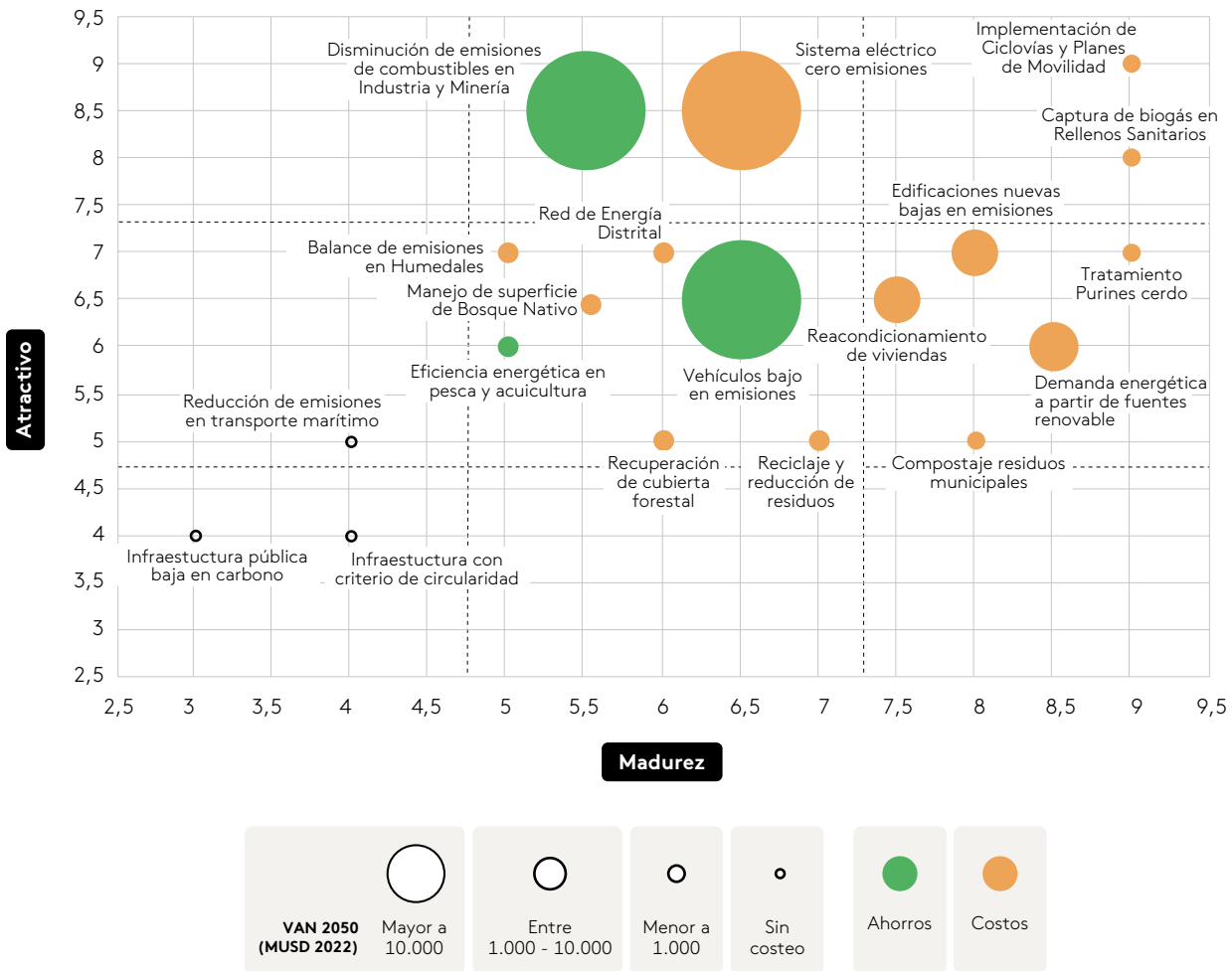


FUENTE: Elaboración propia

En la Figura 4 (mitigación e integración) y Figura 5 (adaptación), se muestra el mapeo de paquetes de medidas en los cuadrantes anteriores. Se puede observar que, para mitigación existen paquetes prioritarios en los que se puede invertir hoy (2 paquetes), mientras que en adaptación, no se presentan paquetes en el cuadrante de mayor prioridad. Sin perjuicio de lo anterior, diferentes paquetes se encuentran en los cuadrantes de medidas de prioridad intermedia (cuadrantes 2, 3 y 4), representando en total 73% de los paquetes de medidas en los que la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático podría definir incentivos para desarrollar un ambiente propicio, que permita a estas iniciativas escalar en su atractivo y/o madurez. Por último, el 20% de los paquetes se encuentran en medidas de menor prioridad (cuadrantes 7, 8 y 9), la mayoría de estas no pudieron ser costeadas, ya que no se cuenta con información para estimar la inversión necesaria para su ejecución¹², siendo una oportunidad de mejora para análisis futuros.

12 Los paquetes no costeados corresponden a tres del sector de Infraestructura (Proyectos de infraestructura con soluciones basadas en la naturaleza (SBN) en adaptación, Infraestructura pública baja en carbono e Iniciativas de infraestructura con criterios de Circularidad en mitigación), uno en Sector Sanitario (Disminución de huella ambiental y aumento de reutilización de aguas servidas en adaptación) y uno del sector de Transporte Marítimo (Reducción de emisiones en transporte marítimo en mitigación).

FIGURA 4 Priorización paquetes de acción identificados con componente Mitigación e Integración



FUENTE: Elaboración propia

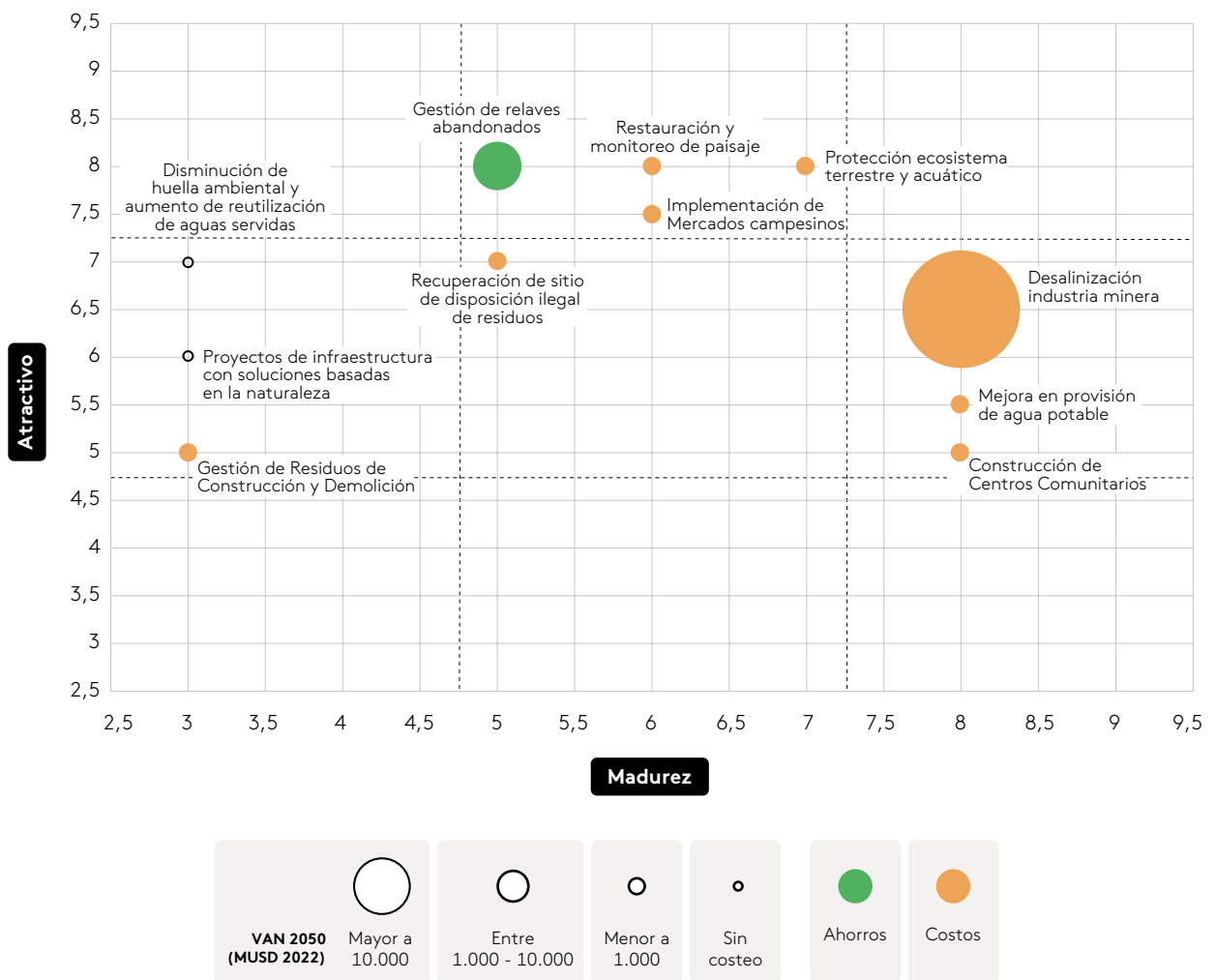
El mapa de priorización debe considerarse como un elemento dinámico que evoluciona con el tiempo y que facilita la identificación del tipo de brechas asociadas a cada medida. Cerrar las brechas financieras, regulatorias y/o tecnológicas, permite que los paquetes de acciones avancen hacia los niveles superiores de atractivo y madurez.

Por ejemplo, el sistema eléctrico cero emisiones es una medida ampliamente atractiva, pero requiere un mayor nivel de madurez relacionado con el desarrollo tecnológico, como el almacenamiento y la transmisión de energía. Por otro lado, la desalinización para aguas mineras es una medida madura, pero que no resulta tan atractiva debido a sus potenciales impactos socioambientales, como su alto consumo energético y la relación con las comunidades locales.

Interpretar los mapas como elementos dinámicos permite distinguir qué tipo de inversiones son necesarias. Por ejemplo, para aumentar la madurez de las acciones en el sector de generación eléctrica, las inversiones pueden dirigirse hacia el desarrollo y la mejora de tecnologías. Mientras tanto, en el caso de la desalinización, la inversión puede enfocarse en la creación de guías y regulaciones que minimicen los impactos socioambientales.

Una última brecha identificada, es la referente a brindar las condiciones propicias para el accionar del sector privado. De un análisis grueso, al clasificar los componentes de costo de capital en predominantemente público o privado, se llega a que el porcentaje de la inversión que podría ejecutarse por privados, es del mismo orden que la composición histórica de inversión (entre el 78% y 86% es privada, Ministerio de Desarrollo Social, 2014). Esto resalta la importancia de habilitar que estas inversiones se concreten.

FIGURA 5 Priorización fichas componente Adaptación



FUENTE: Elaboración propia

3

Conclusiones



Conocer el costo de las metas que se ha impuesto el país a corto, mediano y largo plazo en materia climática, y, además, identificar el grado de desarrollo y perspectivas para la inversión en dichas medidas resulta fundamental para una mejor toma de decisiones en torno a políticas, instrumentos e incentivos a priorizar.

En ese proceso, la presente publicación ha identificado las siguientes conclusiones que apuntan a fortalecer estos ejercicios:

- La metodología del estudio se adaptó al contexto actual, pero para futuros ejercicios se destaca la necesidad de actualizaciones que incorporen información de nuevos instrumentos de gestión del cambio climático.
- En la revisión de evidencia internacional, se reconoce la limitada información disponible en el costeo de acciones de adaptación.
- El análisis de costos se aborda desde una perspectiva de incertidumbre en la evolución de costos, la madurez tecnológica y otros factores, destacando que esta incertidumbre se intensifica en la evaluación de periodos de tiempo más extensos.
- En el ejercicio del estudio se enfatiza que los resultados entregados son una representación de posibles escenarios futuros y puede influir en la viabilidad de los paquetes si las condiciones cambian.
- En el costeo de los paquetes de medidas, se destaca la necesidad de una definición precisa de medidas y acciones para lograr las metas, resaltando la asociación entre metas de inversión y costos conocidos.
- Se identifica la brecha en la determinación de acciones específicas y se señala que los datos presupuestarios pueden no reflejar directamente las acciones esenciales para alcanzar los objetivos.
- Considerando que la inversión privada podría llegar a ser una porción significativa de la inversión necesaria, resulta primordial considerarla y generar las condiciones para incentivarla en una futura estrategia financiera. Se requieren estudios para llegar a números más precisos respecto de esta composición.
- También se concluye que, para evaluar el avance de las distintas metas, se requieren indicadores que definan bien qué se considera como adicional, ya que, los contrafactuales o puntos de comparación pocas veces se explicitan.
- El resultado de la última etapa revela distintas brechas que pueden modificarse con soluciones en financiamiento, regulación y tecnología.
- Tanto los costos como esta priorización son estimaciones dinámicas, que cambiarán con el tiempo y pueden ser influidas con políticas.
- Cabe destacar que en el estudio no se realiza una comparación directa entre mitigación y adaptación, destacándose el desafío de avanzar en adaptación, proponiendo enfoques clave en protección de ecosistemas y soluciones hídricas sostenibles.

