



AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE

PARAGUAY

Grupo Banco Mundial

INFORME SOBRE CLIMA Y DESARROLLO DE LOS PAÍSES

2024

© 2024 Grupo Banco Mundial
1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.
Teléfono: 202-473-1000; sitio web: www.bancomundial.org

El presente documento fue elaborado por el personal del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), la Asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (IFC) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA), denominados en conjunto “Grupo Banco Mundial”, con contribuciones externas.

El Grupo Banco Mundial no garantiza la exactitud, confiabilidad ni integridad del contenido de este documento, ni de las conclusiones o los juicios aquí presentados, y no acepta responsabilidad ni obligación alguna por omisiones o errores en el contenido (incluidos, entre otros, errores tipográficos y técnicos) ni por acciones derivadas de ellos. Las fronteras, los colores, las denominaciones, los enlaces, las notas al pie y demás datos que aparecen en este documento no implican juicio alguno, por parte de ninguna de las instituciones que conforman el Grupo Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ningún territorio, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras. La cita de trabajos de otros autores no significa que el Grupo Banco Mundial adhiera a las opiniones allí expresadas ni al contenido de dichas obras. Las observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en este documento no son necesariamente reflejo de la opinión del BIRF/AIF, IFC o MIGA, de sus respectivos Directorios Ejecutivos y Juntas de Directores ni de los Gobiernos que representan.

El contenido de este documento tiene por objeto brindar información general únicamente y no pretende servir de asesoramiento jurídico, bursátil o de inversiones, ni de opinión relativa a la conveniencia de ninguna inversión, ni una solicitud de ningún tipo. Es posible que las organizaciones del Grupo Banco Mundial o sus afiliadas tengan alguna inversión o interés financiero en determinadas empresas y partes mencionadas en este documento o que les proporcionen otro tipo de asesoría o servicios.

Nada de lo que figura en el presente documento constituirá ni podrá considerarse una limitación ni renuncia a los privilegios e inmunidades del BIRF/AIF, IFC y MIGA, todos los cuales quedan reservados específicamente.

Derechos y permisos

El material contenido en este documento está registrado como propiedad intelectual. El Grupo Banco Mundial alienta la difusión de sus conocimientos y autoriza la reproducción total o parcial de este documento para fines no comerciales, en tanto se cite la fuente y se obtengan todas las autorizaciones que se requieran para tal uso (según aquí se indique). El Grupo Banco Mundial no garantiza que el contenido de este documento no violará los derechos de terceros, y no acepta responsabilidad ni obligación alguna al respecto. Toda consulta sobre derechos y licencias deberá enviarse a la siguiente dirección: World Bank Publications, World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.; correo electrónico: pubrights@worldbank.org.

Índice

Siglas y abreviaturas	2
Agradecimientos	4
1. Desafíos y oportunidades relacionados con el clima y el desarrollo	6
1.1. La economía de Paraguay depende en gran medida de los recursos naturales y, por lo tanto, es vulnerable a las crisis externas.....	6
1.2. Incertidumbre sobre los resultados en términos de crecimiento y desarrollo	11
1.3. Paraguay está bien posicionado para beneficiarse de las oportunidades económicas que ofrece la transición verde.....	18
2. Compromisos climáticos, políticas y capacidades del país	22
2.1. La capacidad de Paraguay para coordinar una respuesta eficaz frente al cambio climático ha sido limitada.....	22
2.2. Financiamiento público relacionado con el clima.....	25
2.3. Rendición de cuentas y acceso a la información climática	27
3. Trayectorias sectoriales que conducen a la resiliencia y la descarbonización.....	29
3.1. El sector de la agricultura	29
3.2. Adaptación del sistema eléctrico a los efectos del cambio climático y a una mayor demanda de electricidad.....	37
3.3. Adaptación del sistema de transporte fluvial a futuras sequías.....	46
3.4. Gestión de los recursos hídricos	50
3.5. Un sector del transporte más ecológico y sostenible.....	53
3.6. El sector de los residuos y la economía circular	59
4. Efectos del cambio climático en las personas y opciones de adaptación	62
4.1. Impactos sobre la salud y la productividad.....	62
4.2. Impacto del cambio climático en la pobreza	66
4.3. Ayudar a las personas a hacer frente y adaptarse al futuro cambio climático	70
5. Cómo entrar en la trayectoria hacia un desarrollo resiliente con cero emisiones netas	77
5.1. Necesidades de inversión.....	77
5.2. Reformas macroeconómicas para facilitar la transición	90
Conclusión: Medidas prioritarias y barreras para su implementación	92
Bibliografía.....	96

Siglas y abreviaturas

µg/m³	microgramos por metro cúbico
AFD	Agencia Financiera de Desarrollo
ALC	América Latina y el Caribe
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
ANNP	Administración Nacional de Navegación y Puertos
BCE	Banco Central Europeo
BCP	Banco Central de Paraguay
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BNF	Banco Nacional de Fomento
BRT	transporte rápido en autobús
CAH	Crédito Agrícola de Habilitación
CAIT	Herramienta de Indicadores de Análisis Climático de Climate Data Explorer
CBVP	Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay
CCDR	Informe sobre el clima y el desarrollo del país (<i>Country Climate and Development Report</i>)
CCSI	Centro de Columbia para el Desarrollo Sostenible
CDN	contribución determinada a nivel nacional
CELCP	trayectoria hacia una economía circular con bajas emisiones de carbono
CHI	Central Hidroeléctrica de Itaipú
CMIP6	Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado, fase 6
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNCC	Comisión Nacional de Cambio Climático
CNEE	Comité Nacional de Eficiencia Energética
CO₂	dióxido de carbono
COINHI	Consortio Integración Hidroviaria
CONADERNA	Comisión Nacional de Defensa de los Recursos Naturales
CPAT	Herramienta de Evaluación de Política Climática
CRECE	Centro de Recursos Naturales, Energía y Desarrollo
CSA	certificados de servicios ambientales
DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
DNCP	Dirección Nacional de Contrataciones Públicas
EDGE	Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias
Eletrobras	<i>Centrais Elétricas Brasileiras</i>
ENBpar	<i>Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional</i>
ENOS	fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur
EPH	Encuesta Permanente de Hogares
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIPS	Ficha Integrada de Protección Social
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FMI	Fondo Monetario Internacional
FVC	Fondo Verde para el Clima
GBD	Global Burden of Disease (Carga mundial de morbilidad)
GCAM	Modelo de Evaluación Global de Cambios
GEI	gases de efecto invernadero
GWh	gigavatio hora
ID4D	Identificación para el Desarrollo
IED	inversión extranjera directa
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFONA	Instituto Forestal Nacional
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPPU	procesos industriales y uso de productos
IPS	Instituto de Previsión Social
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables

ktCO₂e	kilotonelada de CO ₂ equivalente
kWh	kilovatio hora
LRF	Ley de Responsabilidad Fiscal
LULUCF	Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (land use, land use change, forestry)
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MCG	modelos climáticos globales
MdF	Ministerio de Finanzas
MECIP	Modelo Estándar de Control Interno del Paraguay (un sistema de control interno obligatorio para todas las instituciones gubernamentales públicas de Paraguay)
MEC	Ministerio de Educación y Ciencias
MFMod	Modelo macroeconómico y fiscal (Banco Mundial)
MFS	Mesa de Finanzas Sostenibles
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MPCS	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible
MSPBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
MtCO₂e	millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
MW	megavatio
NGFS	Red de Bancos Centrales y Supervisores para Enverdecer el Sistema Financiero
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIE	Organismo Internacional de Energía
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAFI	Informe de Aspectos de Pagos en Materia de Inclusión Financiera
PEFA	Programa de Gasto Público y Rendición de Cuentas
PIB	producto interno bruto
PIMA	países de ingreso mediano alto
PM2.5	materia particulada de hasta 2,5 µm de diámetro
PMME	Plan Maestro de Movilidad Eléctrica para el Transporte Público Urbano y Logístico
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNEE	Plan Nacional de Eficiencia Energética
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPA	paridad del poder adquisitivo
pymes	pequeñas y medianas empresas
RCP	Trayectoria de concentración representativa (Representative Concentration Pathway)
REDD+	Reducción de las Emisiones provenientes de la Deforestación y la Degradación
REDIEX	Red de Inversiones y Exportaciones
RISE	Indicadores de Políticas sobre Energía Sostenible
RSA	Régimen de Servicios Ambientales
SAGAS	Sistema de Autoevaluación de Ganadería Sostenible
SARAS	Sistemas de Administración de Riesgo Ambiental y Social
SIAM	Sistema de Información Ambiental
SITRAP	Sistema de Trazabilidad del Paraguay
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
SSP	trayectoria socioeconómica compartida
STP	Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social
TWh	teravatio hora
U4E	Unidos por la Eficiencia
UE	Unión Europea
Unicef	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
US EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
VMME	Viceministerio de Minas y Energías
WGI	Indicadores Mundiales de Buen Gobierno
WRI	World Resources Institute

Agradecimientos

Este informe sobre el clima y el desarrollo del país (CCDR, por su sigla en inglés) es un esfuerzo conjunto del Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional (IFC, por su sigla en inglés) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA, por su sigla en inglés). Fue elaborado por un equipo principal dirigido por Julie Rozenberg, Pui Shen Yoong, Arthur Amorim Bragança y Javier Morales Sarriera, economistas séniores del Banco Mundial. El equipo principal encargado de la redacción incluye a Mariana Conte Grand (economista senior), Paulina Schulz-Antipa (economista) y Patricio Bofill (consultor).

Modelos y resultados analíticos fueron proporcionados por Francis Dennig (economista), Eliana Rubiano (economista senior de pobreza), Daniel Valderrama González (economista de pobreza), Nicolas Borchers Arriagada (consultor), Simón Chaves (consultor), Ariel Filadoro (consultor), Natalia García (consultora), Christian García-Wiltulski (consultor), Peter Hawthorne (consultor), Fernando Merino Martinez (consultor), Stephen Polasky (consultor), Matías Soria (consultor), Ecoclimasol Climate Business Intelligence y MRC Consultores.

El CCDR también recibió contribuciones y comentarios de Juan Diego Alonso, Agustín Arakaki, Gustavo Javier Canavire Bacarreza, Florencia Balestro, David Bassini, Irayda Ruiz Bode, Pablo Andrés Salas Bravo, Ernesto Caliz Cabrales, Gianfilippo Carboni, María Eugenia Bonilla-Chacín, Lourdes Rodríguez Chamussy, Frank V. Fragano, Lars Johannes, Lizmara Kirchner, Esperanza Lasagabaster, Luis de Pool, María Catalina Ramírez, Tomás Plaza Reneses, Guadalupe Rojo, Daniela Romero, Liljana Sekerinska, Julieta Schiro, Lucia Spinelli, Stefan Ott, Susan Vásquez Plasencia y Pablo Valdivia Zelaya.

El equipo recibió retroalimentación detallada de los expertos evaluadores internos Diji Chandrasekharan Behr (economista ambiental principal), Satheesh Kumar Sundararajan (especialista principal en finanzas de infraestructura), Andrew Burns (economista principal) y Steven Geoffrey Dorey (especialista senior en salud), así como del revisor externo Daniel Ríos Festner (investigador, CRECE). Se recibieron comentarios adicionales de Stephane Hallegate (asesor senior de cambio climático), Nicolás Peltier (director global, transporte), Alberto Rodríguez (director de estrategia y operaciones, personas), Diego Arias (gerente de prácticas, Agricultura), Pablo Salas Bravo (economista senior, IFC), Mauricio Villafuerte (jefe de misión para Paraguay, FMI) y Jessica Leete Werner Flannery (consultora).

El CCDR se benefició del diálogo con el gobierno de Paraguay. Se recibieron valiosos comentarios del Ministerio de Economía y Finanzas, el Banco Central, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social, el Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Bosques. El CCDR también se benefició del diálogo y participación de representantes del sector privado como la Mesa Redonda de Finanzas Sostenibles y FECOPROD, así como de los comentarios y aportes de Luis Bernal, Miguel Lovino, Carolina Recalde y Ángel Rincón de la Universidad Nacional de Asunción, Max Pastén de la Universidad Nacional del Litoral, Katrin Burkat del Instituto de Métricas y Evaluación en Salud, y Celia Martínez de Cuéllar, del Instituto de Medicina Tropical.

Este informe se elaboró bajo la orientación de Carlos Felipe Jaramillo (Vicepresidente Regional del Banco Mundial para América Latina y el Caribe), Alfonso García Mora (Vicepresidente Regional de IFC), Hiroyuki Hatashima (Vicepresidente interino y Director de Riesgos, Legal y Administrativo, MIGA), Benoit Bosquet (Director Regional del Banco Mundial, Planet LAC), Anna Wellenstein (ex Directora Regional del Banco Mundial, Planet LAC), Manuel Reyes-Retama (Director Regional de IFC), Merli Baroudi (ex Directora de Economía y Sostenibilidad, MIGA), Marianne Fay (Directora de País para Argentina, Paraguay y Uruguay), Robert Taliercio O'Brien (ex Director Regional de Prosperity LAC), María Marcela Silva (ex Directora Regional de Infraestructura), Harold Bedoya (Representante Residente de Paraguay), Matilde Bordon (ex Representante Residente de Paraguay), Genevieve Connors (ex gerente, Medio Ambiente LAC), Doerte Doemeland (ex Gerente de Política Económica LAC) y Bianca Bianchi Alves (ex Gerente de Transporte LAC).

Además, Darmy Martínez Larroza y Carolina Marcela Crerar lideraron los esfuerzos de comunicación y participación. Romina Campi, María Caridad Gutiérrez Córdoba y Federico Hahn apoyaron al equipo. Lucy Southwood fue la editora de producción. Global Corporate Solutions Translation and Interpretation Services (GCSTI) ayudó con el diseño.

1. Desafíos y oportunidades relacionados con el clima y el desarrollo

MENSAJES PRINCIPALES

- Paraguay ha sabido aprovechar con éxito los recursos naturales para su crecimiento y prosperidad. Las lluvias regulares, el suelo fértil y los bosques le dan al país una ventaja comparativa en la agricultura y la ganadería. A pesar de no tener salida al mar, Paraguay utiliza sus ríos naveables para exportar materias primas a un costo relativamente bajo. Además, sus ríos tienen un gran potencial hidroeléctrico: sus dos represas binacionales generan más electricidad de la que el país consume actualmente.
 - La importancia de los recursos naturales significa que el crecimiento, la reducción de la pobreza y el cambio climático están entrelazados en Paraguay. Los sectores que dependen de los recursos naturales representan alrededor de una cuarta parte del empleo, una tercera parte de la producción y cerca del 80 % de las exportaciones. Por lo tanto, la economía y los medios de vida de los paraguayos son vulnerables a los eventos climáticos extremos, especialmente las sequías y las olas de calor.
 - Si Paraguay aprovecha su excedente de electricidad limpia y aumenta la eficiencia en el uso de su tierra, podría convertirse en un líder en la silvicultura sostenible, la producción de alimentos y otros sectores “verdes”, al tiempo que acelera la descarbonización de su economía y aumenta su resiliencia a las crisis climáticas. Como lo indica el análisis de este informe, las acciones (sectoriales o de toda la economía) que aceleran la descarbonización y crean resiliencia a los shocks climáticos generalmente benefician tanto a la economía como a las personas.
-

1.1. La economía de Paraguay depende en gran medida de los recursos naturales y, por lo tanto, es vulnerable a las crisis externas

Paraguay es un país de ingreso mediano alto, bendecido con abundantes recursos naturales. El capital natural representa el 16 % de su riqueza total per cápita, una cifra superior a la de la mayoría de sus pares y el doble del promedio de los países de ingreso mediano alto (Banco Mundial, 2021). Las abundantes tierras fértiles y bosques de Paraguay le brindan una ventaja comparativa en el ámbito de la agricultura y la ganadería, sectores que, junto con la energía hidroeléctrica, representan la mayor parte de las exportaciones directas del país. Los ríos Paraguay y Paraná facilitan el transporte fluvial y proporcionan a Paraguay un potencial hidroeléctrico excepcionalmente rico. La represa binacional de Itaipú (una de las más grandes del mundo, en copropiedad con Brasil) genera más electricidad de la que el país puede consumir actualmente, por lo que el excedente se exporta a Brasil.

En las últimas dos décadas, Paraguay aprovechó con éxito estas dotaciones naturales para impulsar el crecimiento económico y la reducción de la pobreza. Entre 2022 y 2022, su economía creció un 3.6 % anual en promedio, a un ritmo más rápido que el de sus pares de la región¹. El rápido crecimiento se vio impulsado principalmente por los altos precios de los productos básicos, apoyando la transformación de Paraguay en un exportador mundial de soja y carne de vacuno. Como resultado del aumento de los ingresos laborales, la tasa internacional

¹Calculado como tasa de crecimiento anual promedio compuesta. Fuente: BCP y WDI.

de pobreza, medida como la proporción de la población² que vive con menos de USD 6,85 al día en términos de paridad de poder adquisitivo (PPA, año base de 2017) se redujo a la mitad entre 2002 y 2022, alcanzando el 19,9 por ciento de la población. La desigualdad, medida por el coeficiente de Gini, también se redujo de 55 a 46 puntos durante el mismo período.

A pesar de estos logros, las crisis externas, incluidas las provocadas por eventos climáticos extremos, contribuyeron a frenar el crecimiento económico y la reducción de la pobreza durante la última década. Antes de la pandemia de COVID-19, el crecimiento real del producto interno bruto (PIB) de Paraguay ya se había desacelerado de un promedio de 4,5 % en el período 2003–2013 a 3,3 % en el período 2013–2019³. El crecimiento se desaceleró aún más, hasta el 1,1 % anual, en el período 2019–2022 debido a una sequía grave y recurrente, sumada a la pandemia del COVID-19. La sequía afectó fuertemente la producción agrícola e hidroeléctrica en 2019 y de nuevo en 2022, cuando la cosecha de soja (que representa la cuarta parte del total de las exportaciones⁴) se desplomó hasta cerca del 70 %. La sequía también disparó los costos logísticos debido a los problemas de navegabilidad en las vías fluviales y provocó un aumento de la inflación, lo que se vio agravado posteriormente por la guerra en Ucrania. Como consecuencia de la recesión y la elevada inflación, la pobreza extrema⁵ aumentó desde un 4,1 % al 5,6 % entre el 2021 y 2022. En general, el crecimiento más lento desde 2013 ha llevado a un progreso más lento en la reducción de la tasa de pobreza, que cayó 3,4 puntos porcentuales entre 2013 y 2022 (en comparación con 28,4 puntos porcentuales entre 2002 y 2013).

Las políticas para garantizar un entorno macroeconómico estable han ayudado a reducir los efectos de la volatilidad económica, pero la dependencia en los recursos naturales sigue siendo un gran riesgo para el crecimiento y la reducción de la pobreza. En 2023, la economía se recuperó con fuerza de la sequía del año anterior y creció un 4,7 %, lo que llevó a una reducción de la pobreza de 2,9 puntos porcentuales⁶. No obstante, si se analiza la década anterior a la pandemia del COVID-19, el crecimiento de Paraguay sigue siendo más volátil⁷ que el de sus pares (gráfico 1.1a). Los sectores vinculados a los recursos naturales (definidos como agricultura y ganadería primaria, agroindustria, electricidad y agua [hidroelectricidad]) representaron un promedio del 29 % de la producción total durante 2019–2022. Como resultado, el crecimiento general está estrechamente correlacionado con los movimientos de estos sectores (gráfico 1.1b). Las exportaciones están aún menos diversificadas: excluyendo los bienes reexportados, el 81 % de las exportaciones directas totales son bienes agrícolas (principalmente soja), carne de vacuno y energía hidroeléctrica. El desempeño de estos sectores también es fundamental para los ingresos gubernamentales: se estima que el 67 por ciento de la variación de los ingresos fiscales en las últimas dos décadas está asociada con la variación de la producción agrícola (Banco Mundial, 2024).

² Este informe no utiliza las estimaciones preliminares del Censo de Población y Viviendas de Paraguay de 2022, que indicó una población menor (6,1 millones) que la proyectada anteriormente (6,8 millones).

³ Calculado a partir de la tasa de crecimiento anual promedio compuesta. Utilizando promedios simples, el crecimiento se desaceleró del 4,2 % entre 2002 y 2013 al 3,4 % entre 2014 y 2019, y luego al 1,1 % entre 2020 y 2022.

⁴ El cálculo se realizó utilizando los promedios de 2017–2020. Si se excluyen las reexportaciones de bienes, la soja representa cerca del 40 % del total de las exportaciones durante este período.

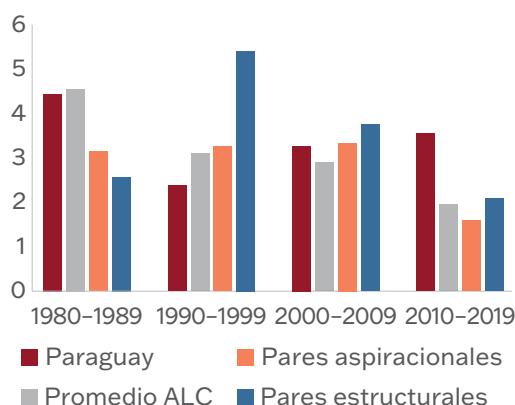
⁵ Medido por la proporción de la población que vive por debajo de USD 3,65 por persona y día (en términos de PPA de 2017).

⁶ En 2022, Paraguay llevó a cabo su censo de población, revelando nuevas estimaciones de población para la nación. Según los resultados preliminares anunciados en noviembre de 2023, la población de Paraguay es de 6,1 millones de individuos, lo que supone un notable descenso de aproximadamente 1 millón de personas desde el censo anterior de 2012. Estas cifras actualizadas de población requieren alteraciones en los factores de expansión dentro de la encuesta nacional de hogares, afectando así las estimaciones anteriores de los indicadores socioeconómicos. En consecuencia, los indicadores de pobreza y desigualdad sufren ligeros ajustes debido a los nuevos factores de expansión, por lo que no son directamente comparables con las cifras anteriores a 2022.

⁷ Segundo la desviación típica del crecimiento de la renta per cápita. Ver Banco Mundial (2018) y Banco Mundial (2024).

GRÁFICO 1.1. Crecimiento económico de Paraguay, 1990–2019

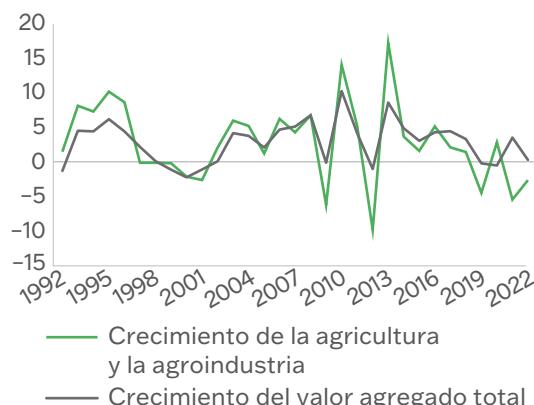
a) Desviación estándar del crecimiento del PIB per cápita



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, mediante el uso de las Penn World Tables.

Nota: Promedios no ponderados. ALC = América Latina y el Caribe; PIMA = países de ingreso mediano alto.

b) Correlación entre el crecimiento general y el crecimiento del valor agregado en la agricultura y la energía hidroeléctrica



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos del Banco Central de Paraguay.

Garantizar que la expansión de la producción agrícola no aumente la deforestación sigue siendo uno de los principales retos medioambientales de Paraguay. Alrededor del 44 % del territorio paraguayo —17,7 millones de hectáreas— está cubierto por bosques (Infona, 2023). Sin embargo, 4,1 millones de hectáreas de bosques nativos fueron convertidas a usos agrícolas en el período 2005–2022 (Mapbiomas, 2023). El 5 % de estos bosques nativos se encontraban en el este de Paraguay (departamentos de Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguarí y San Pedro) y fueron talados principalmente para la extracción de leña, cultivos ilegales y agricultura de subsistencia (Infona, 2023; Mapbiomas, 2023). El 95 % restante de los bosques nativos se encontraba en el oeste de Paraguay (departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes), y más del 90 % de ellos fueron convertidos en pastizales (Mapbiomas, 2023). La expansión de la soja no fue una fuente importante de deforestación durante este período —el 95 % de los 1,5 millones de hectáreas que han sido convertidas en soja desde 2005 fueron previamente utilizadas como tierras de cultivo o pastizales (Infona, 2023).

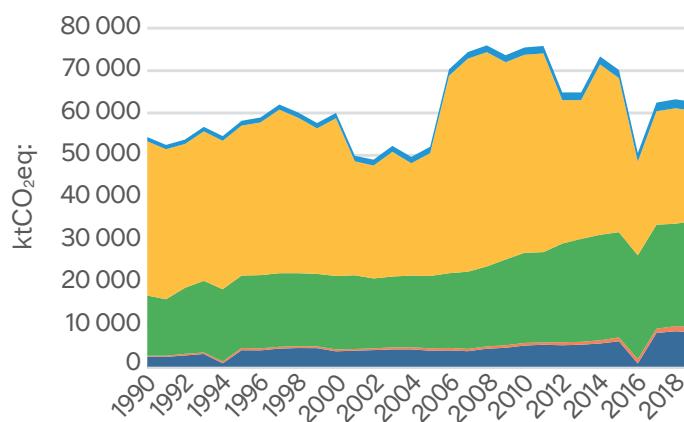
A pesar de ser responsable de menos del 0,5 % de las emisiones globales, Paraguay tiene emisiones relativamente altas de la agricultura y del uso y cambio de uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS)⁸. En 2019 (últimos datos gubernamentales disponibles), las emisiones netas de Paraguay fueron de 62,7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e). A diferencia de la mayoría de los países, donde la energía es la principal fuente de emisiones, más del 80 % de las emisiones en Paraguay provienen de la agricultura (40 %) y del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) (41,2 %). Las emisiones han disminuido en un 17 % (13 millones de CO₂e) en el período 2010–2019. Esta disminución fue impulsada en su totalidad por la reducción de la deforestación (de 350 000 a 200 000 hectáreas al año), lo que se tradujo en una disminución de más del 40 % en las emisiones de UTCUTS (20 millones de CO₂e). Sin embargo, otras fuentes de emisiones aumentaron durante el período. La descarbonización de la economía paraguaya requiere mantener el perfil de energía limpia del país, controlar las emisiones en la agricultura (especialmente las emisiones de metano) y cambiar los patrones de cambio de uso del suelo (principalmente controlando

⁸ La agricultura, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura representan aproximadamente una quinta parte de las emisiones mundiales. En términos per cápita, el sector agrícola de Paraguay emite más que Brasil, Uruguay y Argentina (World Emissions IO).

la deforestación y promoviendo la restauración de los bosques). Los datos del inventario de GEI de Paraguay difieren significativamente de las bases de datos globales como el Explorador de Datos Climáticos (CAIT) de Climate Watch⁹. Las emisiones totales según la base de datos CAIT ascienden a 96,7 MtCO₂e en 2019 —más de un 50 % por encima de la cifra oficial—, y las principales discrepancias se dan en los residuos (370 % más altas) y las emisiones del sector UTCUTS (82 % más altas)¹⁰. Sin embargo, los cambios en las emisiones a lo largo del tiempo son relativamente similares en todos los conjuntos de datos, con una disminución de las emisiones durante la década de 2010 en todos ellos.

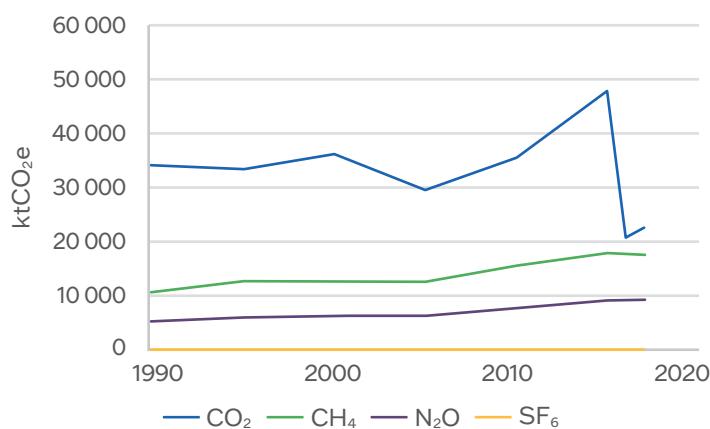
GRÁFICO 1.2. Emisiones de gases de efecto invernadero en Paraguay

a) Emisiones históricas (ktCO₂e), por sector



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos del Inventario Nacional de GEI de Paraguay.

b) Distribución de las emisiones, por tipo de gas



Notas: IPPU = procesos industriales y uso de productos; CH₄ = metano, N₂O = dióxido de nitrógeno; SF₆ = hexafluoruro de azufre; ktCO₂e = kilotonelada de CO₂ equivalente

⁹ <https://www.wri.org/data/cait-climate-data-explorer>.

¹⁰ Las diferencias entre los datos oficiales y los del CAIT parecen proceder sobre todo de las diferencias en la intensidad de las emisiones de las distintas actividades. Es importante señalar que las estrategias de descarbonización presentadas en este informe podrían no conducir a emisiones netas nulas si las emisiones son más elevadas que en los datos oficiales.

La diversificación gradual de la canasta de exportaciones ayudaría a reducir las emisiones de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra, pero el desempeño y la productividad de los sectores manufacturero y de servicios no agrícolas han sido poco satisfactorios. Aumentar la contribución de estos últimos sectores ayudaría a Paraguay a reducir su dependencia de la exportación de productos agrícolas, ganado y energía hidroeléctrica, y así reducir las emisiones derivadas de las exportaciones. Sin embargo, a pesar de algunos puntos positivos en la manufactura liviana bajo el régimen de maquila¹¹, la manufactura no agrícola ha permanecido estancada, en alrededor del 19 % del valor agregado y el 18 % de las exportaciones. Del mismo modo, las exportaciones de servicios sólo representaron el 14 % de las exportaciones totales en 2022, muy por debajo de los países pares. La productividad en estos sectores ha sido muy inferior a la de la agricultura, y gran parte de los trabajadores están empleados en empresas informales y en sectores de bajo valor añadido, como los servicios domésticos (Banco Mundial, 2024).

Los limitados ingresos públicos dificultan la adopción de medidas más ambiciosas en materia de clima y desarrollo. Las finanzas públicas de Paraguay se han visto restringidas desde 2019 debido a una combinación de mayores necesidades de gasto y menor crecimiento durante la pandemia de COVID-19 y las sequías recurrentes en 2019 y 2021/2022. Si bien las finanzas públicas se han consolidado en el tiempo, este proceso ha dependido en gran medida del recorte del gasto público, especialmente de la inversión pública, debido a las limitaciones político-económicas para aumentar los ingresos fiscales. La capacidad de recaudar impuestos es fundamental no solo para la capacidad de un país de financiar servicios sociales como la sanidad y la educación, e infraestructuras críticas como la electricidad y las carreteras, sino también para su capacidad de abordar la adaptación y mitigación al cambio climático, ya que la descarbonización de la economía suele requerir grandes inversiones iniciales en nuevas tecnologías. Con un promedio del 9,9 % en 2019–2023, la relación impuestos/PIB de Paraguay es la mitad del promedio regional y está por debajo del mínimo recomendado del 15 % (Gaspar et al., 2016). La baja relación entre impuestos y PIB se debe principalmente a que Paraguay tiene una de las tasas más bajas de la región de impuestos sobre la renta de las personas físicas, las sociedades y el valor añadido (el régimen “10–10–10”), pero también a la evasión fiscal¹² y la informalidad. Se estima que el 63 % de las personas empleadas eran consideradas trabajadores informales a finales de 2022 (INE, 2023), que no recibían prestaciones de jubilación ni contribuían a los ingresos fiscales del Estado¹³.

Paraguay presenta grandes necesidades de inversión para el desarrollo, y es importante identificar las sinergias entre las necesidades de inversión en desarrollo y en materia climática. A pesar de una mayor inversión pública en los últimos años (un promedio del 3 por ciento del PIB en 2019–2023, frente al 2 por ciento en 2003–2018), Paraguay sigue rezagado con respecto a sus pares en indicadores de acceso y calidad de la infraestructura. También está por detrás de sus pares en logros educativos y gasta menos que sus pares en esta área (Banco Mundial, 2024). Incluso sin considerar el impacto del cambio climático, se calcula que Paraguay necesita invertir hasta un 7 % adicional del PIB para cerrar las brechas con los países de ingreso mediano alto con el mejor desempeño en cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) claves, relacionados con la educación, la salud, el agua y el saneamiento, y la infraestructura vial (Fondo Monetario Internacional [FMI], 2022a). Esto significa que las necesidades de inversión para el desarrollo en Paraguay son, probablemente, mucho mayores que las de mitigación y adaptación al clima; por lo tanto, es importante identificar las sinergias entre los objetivos climáticos y de desarrollo a la hora de priorizar las intervenciones climáticas. Aprovechar la inversión del sector privado, sobre todo en infraestructura, también ayudará al país a satisfacer las necesidades de mitigación y adaptación al cambio.

¹¹ Establecido en 2000, el régimen de maquila promueve la entrada de empresas extranjeras que importan bienes intermedios a Paraguay en régimen exento de derechos, antes de procesarlos/ensamblarlos y reexportarlos. Las empresas maquiladoras están exentas de todos los impuestos excepto de un arancel del 1 % sobre el valor agregado dentro del país.

¹² Aunque no hay estimaciones oficiales, la evasión fiscal del IVA por sí sola se estimó en un 2,3 % del PIB en 2014 (CEPAL, 2020).

¹³ Es probable que la prevalencia sea aún mayor, ya que esta estimación no incluye el sector agrícola, donde la informalidad está muy extendida.

1.2. Incertidumbre sobre los resultados en términos de crecimiento y desarrollo

Paraguay ya sufre eventos extremos que podrían empeorar con el cambio climático. Entre 1965 y 2021, los deslizamientos de tierra, las inundaciones y las sequías¹⁴ afectaron al menos a 4,2 millones de personas, es decir, el 60 % de la población actual de Paraguay¹⁵. Se prevé que, durante el próximo siglo, aumente la frecuencia y la intensidad de estos fenómenos, sobre todo, a lo largo del curso del río Paraguay y en las principales cuencas hidrográficas del Chaco (Grupo Banco Mundial, 2021).

En Paraguay, se prevé que las temperaturas extremas aumentaran substancialmente hasta 2100. Se prevé que las temperaturas sigan aumentando en todos los escenarios de emisiones¹⁶. En el escenario de emisiones elevadas (RCP 8.5), se prevé que Paraguay experimente un aumento de la temperatura de entre 4 y 10,5 °C de aquí a 2100, y que el número de días muy calurosos (temperatura superior a 35 °C) se multiplique por cuatro. Para 2050, se espera que las temperaturas aumenten entre 2 y 5 °C en el escenario RCP 8.5 y entre 1,5 y 3,5 °C en el escenario RCP 4.5. En todos los escenarios y todas las regiones, los mayores aumentos de temperatura se producen entre los meses de septiembre y noviembre, y la región del Chaco Seco es la que experimenta los mayores aumentos de temperatura en todos los escenarios. Las temperaturas extremas afectarán a la producción agrícola, y también a la salud y la productividad de las personas (véase el capítulo 3).

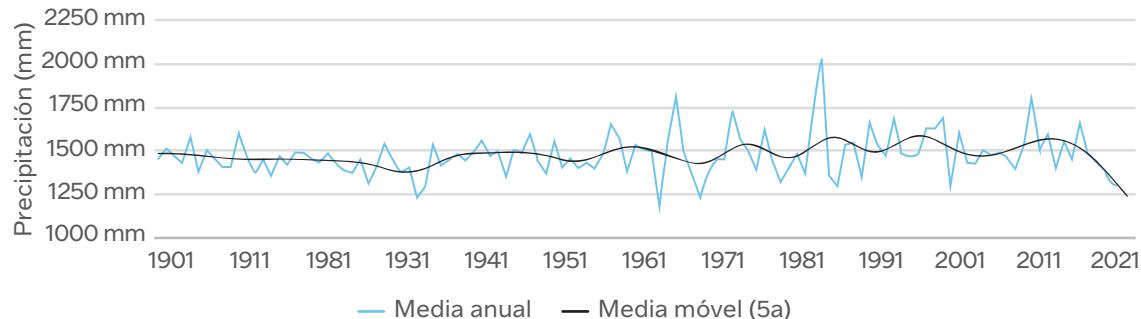
La economía paraguaya depende en gran medida del agua, pero la hidrología del país es vulnerable a los fenómenos climáticos, provocando una gran variabilidad entre décadas. La economía depende de la disponibilidad confiable de agua de la cuenca transfronteriza del río de la Plata para la producción de energía hidroeléctrica, el transporte fluvial, la agricultura, y la salud de su población y sus ecosistemas. El registro histórico de precipitaciones anuales observadas en la cuenca del Plata muestra una gran variabilidad interanual (gráfico 1.3), influenciada por fenómenos climáticos de gran escala, como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que tiene una frecuencia de 2,5–6,5 años e interactúa con otros fenómenos climáticos. En particular, el aumento de las precipitaciones entre 1970 y 2000 fue provocado por el fenómeno de ENOS en combinación con una fase positiva de la Oscilación Decadal del Pacífico (1977–1999) y una fase negativa de la Oscilación Multidecadal del Atlántico (1970–1995) (Abou Rafee et al., 2022; Gulizia y Camilloni, 2023). Este período húmedo prolongado coincide con el período en que entraron en funcionamiento las dos represas hidroeléctricas más grandes de Paraguay (Itaipú y Yacyretá). La disminución de las precipitaciones promedio para el período de 1991–2020 se debe, en gran parte, al fenómeno de La Niña de 2019–2020. Una mejor comprensión y previsión de esta gran variabilidad interanual, y la planificación de futuras inversiones en consecuencia, serán fundamentales a medida que el cambio climático incremente las anomalías causadas por algunos de estos fenómenos.

¹⁴ Las llanuras y colinas aluviales de la región oriental, donde vive la mayor parte de la población del país, están expuestas a deslizamientos de tierra e inundaciones de gran magnitud. Las sequías son frecuentes en la región occidental, especialmente durante los fenómenos de La Niña y en el período comprendido entre diciembre y febrero, lo que provoca escasez de agua para satisfacer las necesidades humanas, agrícolas y ganaderas. Por el contrario, el fenómeno de El Niño puede producir altas temperaturas y graves inundaciones.

¹⁵ Base de Datos Internacional sobre Desastres EM-DAT, <https://public.emdat.be/>.

¹⁶ Todos los escenarios se miden según la trayectoria de concentración representativa (RCP), que son trayectorias de concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) adoptadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. La RCP 2.6 constituye un escenario optimista, en el que las emisiones de CO₂ empiezan a disminuir en 2020 y se reducen a cero en 2100, y la temperatura promedio mundial aumenta 1,5 grados centígrados (1,5 °C). La RCP 4.5 constituye un escenario moderado, en el que las emisiones alcanzan su punto máximo hacia 2040 y luego disminuyen, y la temperatura promedio mundial aumenta 2,5 °C. Por último, la RCP 8.5 es el escenario más pesimista que se utiliza en este análisis, en el que las emisiones siguen aumentando hasta finales del siglo y la temperatura promedio mundial sube 4 °C.

GRÁFICO 1.3. Precipitaciones anuales promedio históricas en la cuenca del Plata, 1901–2021

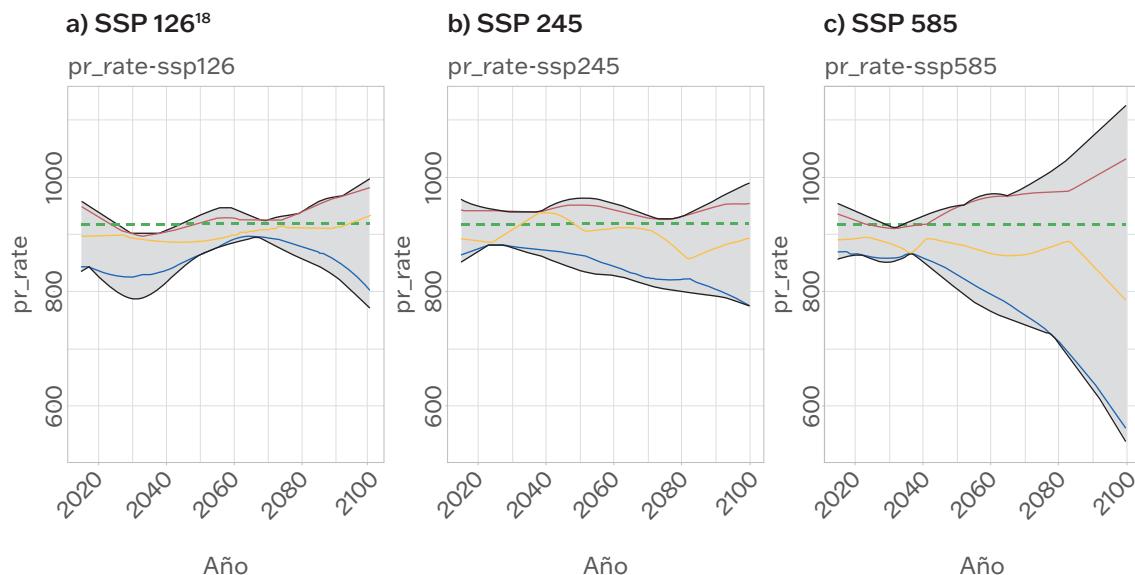


Fuente: cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de la Universidad de East Anglia, [Unidad de Investigación Climática](#).

El impacto previsto del cambio climático sobre las precipitaciones anuales en el futuro es muy incierto, y el país debe prepararse para una mayor variabilidad. En el multimodelo de proyecciones de precipitaciones anuales del Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado, fase 6 (CMIP6¹⁷), no se observa una tendencia direccional clara, y las precipitaciones anuales para 2100 oscilan entre disminuciones del 50 % y aumentos del 75 % (gráfico 1.4). En las proyecciones de las precipitaciones mensuales, se observan desviaciones aún mayores con respecto a los promedios históricos durante los meses más húmedos del verano y desviaciones moderadas durante el invierno (gráfico 1.5). En invierno, estas son mayormente positivas (más lluvia), mientras que, en verano, las desviaciones son tanto positivas como negativas (más lluvia y menos lluvia). En un estudio reciente en el que se evalúan las simulaciones históricas del CMIP6 en Paraguay, se señala que la mayoría de los modelos subestiman el ciclo anual de las precipitaciones, ya que omiten el inicio y el fin del monzón sudamericano (Lovino *et al.*, 2021). Estos resultados sugieren que los fenómenos extremos, como las inundaciones y las sequías, podrían ser más frecuentes debido al cambio climático, lo que requeriría una gestión más proactiva de los recursos hídricos.

¹⁷ Las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP) son escenarios de cambios socioeconómicos globales proyectados hasta 2100. Se utilizan para deducir escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero con diferentes políticas climáticas. Hay cinco escenarios: SSP 1: Sostenibilidad (tomar el camino verde); SSP 2: Mitad del camino; SSP 3: Rivalidad regional (un camino escarpado); SSP 4: Desigualdad (un camino bifurcado); SSP 5: Desarrollo basado en combustibles fósiles (tomar la autopista). Estos escenarios pueden entenderse como una actualización de los escenarios de RCP, combinados con razones socioeconómicas. Los valores 26, 45 y 85 hacen referencia a los escenarios de RCP 2.6, 4.5 y 8.5.

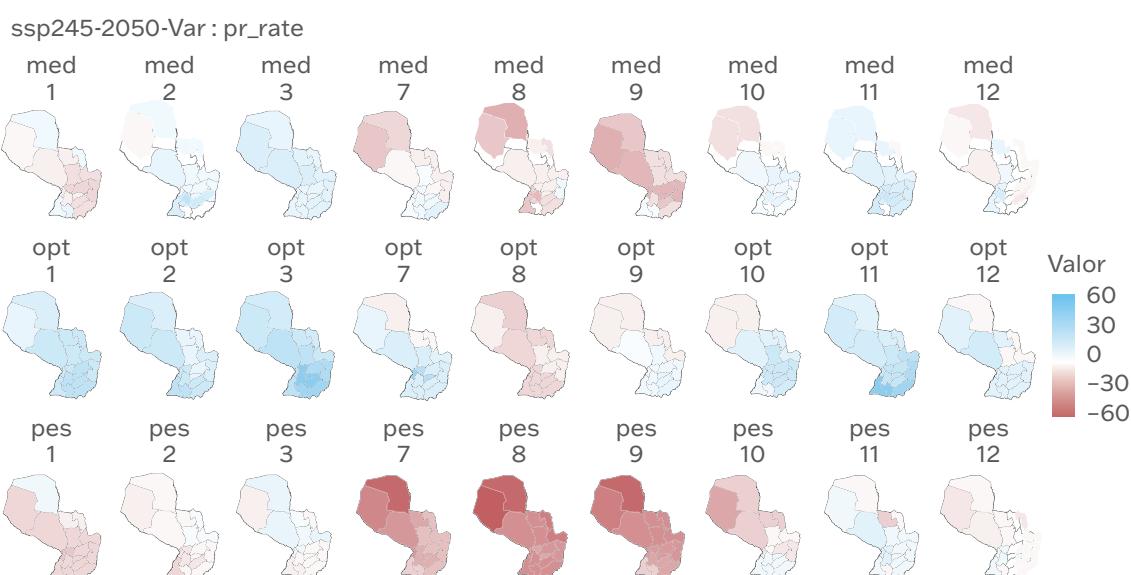
GRÁFICO 1.4. Precipitaciones acumuladas al año en Paraguay, según distintos escenarios y modelos climáticos, 2020–2100



Fuente: Ecoclimasol, 2023.

Notas: SSP = trayectorias socioeconómicas compartidas. Las líneas negras corresponden a los valores máximos y mínimos de los cinco modelos; la línea roja, al percentil 90; la línea amarilla, a la mediana; la línea azul, al percentil 10, y la línea verde, al promedio del período histórico 1986–2014.

GRÁFICO 1.5. Mapas mensuales de las tasas de variación de las precipitaciones (%) entre el horizonte 2050 y la referencia histórica para los escenarios de RCP 45 intermedio, optimista y pesimista



Fuente: Ecoclimasol, 2023.

Nota: Los números indican los meses del año (1 = enero, 12 = diciembre).

¹⁸ Las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP) son escenarios de cambios socioeconómicos globales proyectados hasta 2100. Se utilizan para deducir escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero con diferentes políticas climáticas. Hay cinco escenarios: SSP 1: Sostenibilidad (tomar el camino verde); SSP 2: Mitad del camino; SSP 3: Rivalidad regional (un camino escarpado); SSP 4: Desigualdad (un camino bifurcado); SSP 5: Desarrollo basado en combustibles fósiles (tomar la autopista). Estos escenarios pueden entenderse como una actualización de los escenarios de RCP, combinados con razones socioeconómicas. Los valores 26, 45 y 85 hacen referencia a los escenarios de RCP 2.6, 4.5 y 8.5.

El incremento de la variabilidad climática podría modificar el uso del agua río arriba y el funcionamiento de los embalses, lo que, combinado con los cambios en el uso de la tierra, repercutiría en los caudales y la retención de agua en el futuro. En Paraguay, la disponibilidad de agua proveniente de la cuenca de laPlata depende del uso del agua río arriba y del funcionamiento de los embalses en Brasil. Aunque históricamente los embalses han funcionado con el único propósito de maximizar la producción hidroeléctrica, las preocupaciones emergentes sobre los eventos climáticos extremos podrían cambiar el funcionamiento de los embalses en Brasil, por ejemplo, para prevenir inundaciones o almacenar agua durante una sequía, lo que afectaría a Paraguay y requeriría de una coordinación en la gestión de los recursos hídricos a nivel regional. El uso del agua río arriba (por ejemplo, para el sector agrícola) también podría aumentar con los fenómenos extremos y reducir la disponibilidad de agua para la producción hidroeléctrica en Paraguay. Los cambios en el uso de la tierra también tienen importantes repercusiones en la retención del agua y la escorrentía. Por ejemplo, el Pantanal funciona como una esponja, ya que retiene el agua durante la época de mayor caudal y regula los caudales durante la estación seca, pero la deforestación aumenta la escorrentía y, por lo tanto, los riesgos de inundación río abajo durante la época de mayor caudal.

1.2.1. Repercusiones del cambio climático en toda la economía

El cambio climático afecta a la economía paraguaya a través de diversos canales. El reporte analiza estos impactos en detalle a nivel sectorial en el capítulo 3, y presenta un resumen de tres canales seleccionados a continuación.

En primer lugar, la sequía impacta la producción hidroeléctrica, lo que reduce la producción, las exportaciones y los ingresos. La experiencia de 2019–2022 indica que la sequía grave, incluso si es relativamente poco frecuente, puede tener un impacto importante en la economía de Paraguay. De hecho, Paraguay exporta actualmente cerca del 60 % de su cuota de producción hidroeléctrica de Itaipú a Brasil y una parte menor de la energía que se genera en la represa binacional de Yacyretá a Argentina. La sequía reduce la cantidad de electricidad generada por ambas represas binacionales y, al mismo tiempo, aumenta la demanda nacional de electricidad¹⁹. La reducción de las exportaciones repercuten entonces en la balanza comercial y el saldo en cuenta corriente, ya que las exportaciones de energía hidroeléctrica generan unos USD 1700 millones (4 % del PIB) cada año. También reduce los ingresos públicos, ya que, en promedio, Itaipú transfiere unos USD 600 millones al año (1,5 % del PIB) al Estado paraguayo. Estos fondos, que representan aproximadamente el 10 % de los ingresos públicos generales, se distribuyen entre el Gobierno central, los Gobiernos subnacionales y los fondos especiales (extrapresupuestarios) para educación y salud. Las transferencias comprenden lo siguiente: regalías vinculadas a la cantidad de producción de electricidad (40 %); compensación por la parte no utilizada de la electricidad que Paraguay “cede” o exporta a Brasil (53 %); y transferencias a la empresa de servicios energéticos, la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). Durante las sequías, tanto las regalías como las compensaciones disminuyen debido a la menor generación de electricidad y a las exportaciones más bajas, respectivamente. Si bien se prevé que los ingresos por compensaciones disminuyan de aquí a 2040 a medida que continúe creciendo el consumo nacional de electricidad y cesen las exportaciones, el cambio climático también podría reducir el volumen de ingresos por regalías a mediano y largo plazo, si los episodios de sequía se vuelven más frecuentes e intensos. Los caudales más bajos de agua también aumentan los costos logísticos asociados con el principal modo de transporte internacional de carga de Paraguay: sus vías navegables.

¹⁹ Por ejemplo, en 2019–2022, la producción hidroeléctrica de la represa binacional de Itaipú se redujo en un 23 % en comparación con el promedio de 2013–2018, pero el volumen de exportaciones se redujo en casi el doble, ya que el consumo de electricidad aumentó en un 23 %.

En segundo lugar, los desastres naturales y el cambio climático repercuten en la producción agrícola global, de manera que también afectan a la producción, las exportaciones y los ingresos. La sequía, las heladas y las precipitaciones excesivas afectan periódicamente a la producción agrícola de Paraguay. Las pérdidas anuales promedio que se prevén para la producción agrícola ascienden a USD 504,3 millones, equivalente al 7,6 % del valor agregado total de la agricultura o al 1,3 % del PIB (Banco Mundial, 2023). En el futuro, el cambio climático podría provocar sequías más frecuentes y graves, lo que, a su vez, aumentaría las pérdidas previstas. Según Boulanger et al. (2023), se prevé que el aumento de las temperaturas reduzca el rendimiento de cultivos claves, como la soja, el maíz y el trigo, en las regiones productivas más importantes del país (véase la sección 3.1). Dado que la agricultura y la elaboración de productos agropecuarios representan el 23 % del valor agregado total y el 43 % del total de las exportaciones²⁰, la reducción de los rendimientos (en el supuesto de que los precios permanezcan constantes) tendría un impacto adverso en el saldo de la producción, la cuenta corriente y el presupuesto. El impacto real podría ser mayor por dos razones. En primer lugar, es probable que las crisis en el sector agrícola y de elaboración de productos agropecuarios tengan efectos indirectos en los servicios y la construcción, sectores que representan más de la mitad del valor agregado total. En segundo lugar, las crisis de la oferta podrían traducirse en crisis de la demanda al afectar el poder adquisitivo y, por lo tanto, al consumo privado. La necesidad de reasignar el gasto público de capital a transferencias más inmediatas de asistencia social a los hogares también podría afectar a la inversión pública, mientras que la incertidumbre, las pérdidas financieras y el menor crédito disponible podrían afectar a la inversión privada, al reorientarse el crédito hacia los sectores afectados.

En tercer lugar, el aumento previsto de la cantidad de días muy calurosos y el incremento de la contaminación atmosférica debido a los incendios forestales, el transporte y el uso de energía a partir de biomasa también podrían reducir la productividad laboral y aumentar la morbilidad y la mortalidad. El calor y la contaminación atmosférica pueden generar pérdidas directas e indirectas en términos de horas trabajadas y productividad, como se muestra en el capítulo 3. De hecho, el aumento de la productividad laboral en la agricultura ha sido el principal impulsor del aumento de la productividad laboral en Paraguay (véase Banco Mundial, 2024), la cual, a su vez, ha sido la principal impulsora del crecimiento total del PIB per cápita. Dada la elevada participación de la mano de obra en los ingresos (62 %), este canal podría tener grandes efectos en el crecimiento potencial de la producción. Asimismo, la contaminación atmosférica ya afecta a la salud y la productividad, y empeorará debido a los efectos del cambio climático en los incendios forestales. A pesar de contar con abundante electricidad limpia, el uso de energía a partir de biomasa sigue siendo la fuente de energía más importante en Paraguay, ya que representa cerca del 41 % del consumo nacional de energía (Centro de Columbia para el Desarrollo Sostenible [CCSI] de la Universidad de Columbia y Centro de Recursos Naturales, Energía y desarrollo [CRECE], 2021). En su mayor parte, se trata de fuentes no sostenibles, como la leña y el carbón vegetal, y el consumo se impulsa casi en proporciones iguales por el uso doméstico (para cocinar) y en las empresas, con mayor frecuencia, en la producción de azúcar, cerámica y ladrillos, y en el secado de granos (CCSI de la Universidad de Columbia y CRECE, 2021). El elevado consumo de biomasa es una fuente clave de contaminación atmosférica, que constituye el principal riesgo para la salud relacionado con el medio ambiente en el país²¹. Las muertes relacionadas con la contaminación atmosférica en los hogares (en espacios cerrados) por combustibles sólidos sobre el total de muertes por contaminación del aire (Global Burden of Disease [GBD], 2019) son mucho más numerosas en Paraguay (52 %) que a nivel mundial (35 %) y en América Latina y el Caribe (27 %). La contaminación atmosférica ambiental es responsable del resto de la carga sanitaria, con niveles de partículas finas (materia particulada de hasta 2,5 µm de diámetro [PM2.5]) que duplican ampliamente el nivel recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 5 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (OMS, 2021). Por último, los incendios forestales provocados por la sequía han

²⁰ Si se excluyen los bienes reexportados y las exportaciones no registradas, que representan alrededor del 35 % del total de las exportaciones, este porcentaje es superior (aproximadamente del 60 %).

²¹ Tanto en términos de muertes atribuidas como de años de vida ajustados por discapacidad.

dado lugar a una mala calidad del aire y a problemas de salud asociados a esta. En el futuro, las sequías más frecuentes podrían aumentar los incendios forestales y las concentraciones de PM2.5, lo que degradaría aún más la calidad del aire, con importantes consecuencias para la salud y la productividad.

Para cuantificar el impacto global del cambio climático en la economía paraguaya a partir de estos canales seleccionados, en este Informe sobre el clima y el desarrollo del país (CCDR), se utiliza una versión personalizada del modelo macroeconómico y fiscal de cambio climático (MFMod-CC), el modelo macroestructural del Banco Mundial, para Paraguay (véase el apéndice A). Específicamente, se introdujeron en el modelo los daños relacionados con el clima que se detallaron en la tabla 1.1 y se simularon de acuerdo con dos escenarios climáticos. En las macrosimulaciones, no se incluyeron los impactos localizados (como el aumento de las inundaciones en las zonas urbanas o los efectos de la temperatura en la mortalidad y la morbilidad) porque se concentran en un subconjunto de la población y, por lo tanto, se estudian mejor a nivel de los hogares²².

TABLA 1.1. Impactos seleccionados del cambio climático, modelados en el MFMod

Canal de impactos del cambio climático	Impactos previstos en la producción
Rendimiento de los cultivos	Reducciones directas del valor agregado global de la agricultura y la agroindustria.
Producción de energía hidroeléctrica	Pérdidas directas de producción de electricidad y agua.
Productividad laboral	Pérdidas directas e indirectas en términos de horas trabajadas y productividad en todos los sectores. Dada la elevada participación de la mano de obra en los ingresos (62 %) y el hecho de que el aumento de la productividad laboral sea el principal impulsor del crecimiento del ingreso per cápita, este canal podría tener grandes efectos sobre el crecimiento potencial de la producción.
Menor calidad del aire debido a los incendios forestales	Pérdidas directas e indirectas en términos de horas trabajadas y productividad en todos los sectores.

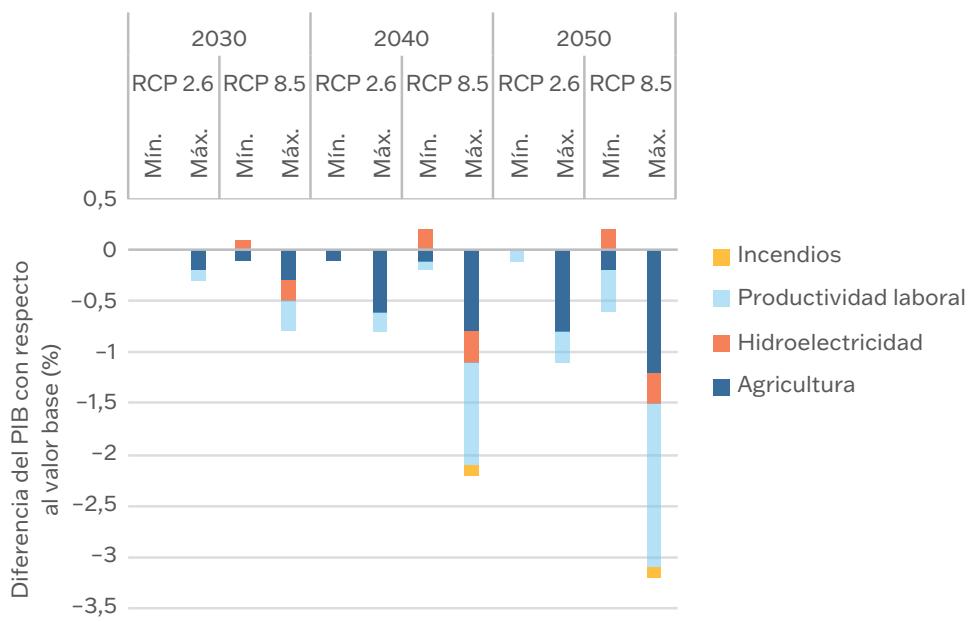
En un escenario de línea base²³, en el que la estructura de la economía y el crecimiento de la productividad total de los factores se mantienen de acuerdo con los promedios históricos de 2014 a 2019, se proyecta que, debido al cambio climático, el PIB de Paraguay se reduciría hasta en un 3,1 % para 2050. En el escenario pesimista de la RCP 8.5, caracterizado por altas emisiones globales, se prevé que el PIB disminuya entre un 0,5 % y un 3,1 % con respecto a la proyección de referencia para 2050, según el modelo climático que se utilice (gráfico 1.6). En el escenario optimista de la RCP 2.6, que representa bajas emisiones globales, se proyecta

²²Tampoco se han modelado otros impactos macroeconómicos importantes pero no tan considerables, como los de la sequía sobre los costos del transporte fluvial.

²³Estos escenarios no incluyen medidas de contribución determinada a nivel nacional (CDN).

que el PIB disminuirá entre un 0,1 % y un 1,1 %. En el escenario de la RCP 8.5, los efectos más importantes se registran en las pérdidas de productividad laboral (hasta un 1,6 % de reducción del PIB en 2050), seguidas del rendimiento de los cultivos (hasta un 1,2 % de reducción del PIB en 2050). En el escenario de la RCP 2.6, los efectos más importantes se observan en el rendimiento de los cultivos (hasta un 0,8 % de reducción del PIB), seguido de la productividad laboral (hasta un 0,3 % de reducción). En todos los escenarios, los efectos de una reducción de la producción de energía hidroeléctrica son relativamente menores: son insignificantes en todos los escenarios de la RCP 2.6 y oscilan entre un leve aumento del 0,1 % del PIB y una disminución del 0,3 % del PIB para 2050 en el escenario RCP 8.5. También se observa que los incendios forestales tienen una influencia insignificante en la productividad a nivel macroeconómico, pero con consecuencias potencialmente importantes para la salud de las personas.

GRÁFICO 1.6. Impactos sobre el PIB de los efectos del cambio climático en determinados sectores



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, quienes utilizaron el MFMod con aportes de estudios sectoriales exhaustivos.

Nota: Las RCP 2.6 y 8.5 reflejan la incertidumbre sobre las emisiones globales futuras, mientras que “Mín.” y “Máx.” reflejan diferentes modelos climáticos.

Seprevé que el impacto del cambio climático en la economía sea superior a estas estimaciones, ya que en ellas se excluyen los efectos del cambio climático en la ganadería. En años especialmente desfavorables, las pérdidas económicas provocadas por el cambio climático pueden ser mucho mayores. Por ejemplo, existe una probabilidad del 5 % de que la pérdida de producción agrícola debido al cambio climático sea del 16 % en 2050. En la sección 5.3, se explica cómo cambiarían estas estimaciones en un escenario ambicioso, en el que Paraguay lograra construir una economía más resiliente y diversificada.

1.2.2. Impacto del cambio climático en el sector financiero

El sector financiero de Paraguay se encuentra expuesto a los riesgos climáticos tanto físicos como de transición. Dado que los sectores de la agricultura, la ganadería y la agroindustria representan un tercio de la cartera de préstamos del sector bancario, las crisis en estos sectores (incluidas las que provocan los eventos climáticos extremos como la sequía) podrían tener un impacto importante en la calidad del crédito y poner en riesgo la estabilidad financiera del país²⁴. Asimismo, las sequías podrían tener importantes repercusiones en las cooperativas financieras, teniendo en cuenta su destacado rol en la provisión de crédito al sector agrícola, y efectos de segundo orden en los mercados de los seguros, ya que aumentaría el precio de las coberturas. Los sectores agrícola, ganadero y agroindustrial también están sujetos a reglamentos y normas internacionales, como los mecanismos de ajuste en frontera por carbono de la Unión Europea (UE) o las normativas de la UE que exigen a las industrias internas y externas a la Unión, que reduzcan el consumo de productos procedentes de cadenas de suministro asociadas a la deforestación o la degradación forestal. Estas últimas son de especial importancia para Paraguay, dadas sus elevadas tasas de deforestación.

Las instituciones financieras del sector público también exponen el balance financiero del Gobierno ante las crisis inducidas por el clima. Dos instituciones de primer nivel, el Crédito Agrícola de Habilitación (CAH) y el Banco Nacional de Fomento (BNF), desempeñan una función clave en el financiamiento de la agricultura y la ganadería. El CAH tiene más de 90 000 clientes y una cartera de USD 115 millones en el sector agrícola. Además, el 18 % de la cartera de la Agencia Financiera de Desarrollo (AFD), un banco de segunda categoría, se compone de préstamos a los sectores de la agricultura, la agroindustria y la ganadería.

Las autoridades del sector financiero están reforzando su capacidad para monitorear y gestionar los riesgos relacionados con el clima. Muchas de las buenas prácticas internacionales que se están perfeccionando para integrar los riesgos climáticos y ambientales en la supervisión prudencial del sector financiero y para incentivar la contribución de los sectores financieros a la transición verde de la economía aún no se han aplicado. Consciente de esta brecha, el Banco Central de Paraguay (BCP) ha dado los primeros pasos, entre los que se incluyen la publicación de una *Guía para la Gestión de Riesgos Ambientales y Sociales*, destinada a instituciones financieras (que aún no incluye una dimensión sobre el clima), la implementación de medidas para cuantificar la exposición del sector bancario a los riesgos climáticos y la colaboración con el Banco Mundial en un diagnóstico sobre el impacto del cambio climático en el sector financiero. Seguir reforzando la supervisión prudencial del país y su capacidad para abordar los problemas relacionadas con el clima es fundamental para mejorar la función del sector financiero en la gestión de estos riesgos. La incorporación del cambio climático en los instrumentos de gestión de riesgos de las instituciones financieras también facilitaría una transición ordenada y mitigaría el riesgo de los activos varados.

1.3. Paraguay está bien posicionado para beneficiarse de las oportunidades económicas que ofrece la transición verde

Paraguay tiene una ventaja notable en la transición a una economía con cero emisiones netas: ya genera grandes cantidades de electricidad limpia. Como copropietario de Itaipú Binacional, una de las represas más grandes del mundo, Paraguay tiene acceso a unos 42 000 gigavatios hora (GWh) de electricidad al año²⁵. Actualmente, el país solo

²⁴ Como consecuencia de la sequía de 2021-2022, el Banco Central de Paraguay (BCP) adoptó una medida temporal para reestructurar los préstamos destinados al sector agrícola, que permitirá a los agricultores afectados refinanciar o reestructurar sus préstamos sin penalizaciones. Otras instituciones financieras, como el Banco Nacional de Fomento (BNF) y la Agencia Financiera de Desarrollo (AFD), también proporcionaron opciones de financiamiento con tipos de interés y plazos favorables para los sectores afectados, mientras que el Crédito Agrícola de Habilitación (CAH) ofreció refinanciamiento de préstamos por hasta 24 meses. Para obtener más información, véase <https://www.stp.gov.py/v1/een-dispone-medidas-de-apoyo-para-el-sector-productivo-ante-la-sequia/>.

²⁵ Esta cifra corresponde a la mitad de la producción promedio anual de electricidad de la represa en el período 2017-2021.

utiliza alrededor del 40 %²⁶ de esta cantidad para su consumo interno y exporta el resto a Brasil. Genera otros 11 000 GWh de electricidad al año a través de la represa de Yacyretá, en copropiedad con Argentina, y la represa de Acaray, cuya producción se exporta en su mayor parte a Argentina. Si bien estas exportaciones de energía hidroeléctrica han representado históricamente USD 2000 millones al año, o una quinta parte del total de las exportaciones (promedio de 2014–2018), y el 1,6 % del PIB en ingresos fiscales al año, Paraguay puede ganar mucho más a largo plazo si utiliza más energía hidroeléctrica a nivel nacional e invierte en otras energías renovables no convencionales, como la energía solar, para acelerar la electrificación de su sector residencial, industrial y de transporte. Entre los posibles beneficios se incluyen los siguientes:

- » **Menor dependencia de las importaciones de combustible y menor exposición a las fluctuaciones del precio del petróleo a nivel global:** Paraguay suele importar USD 1300 millones en combustible por año (promedio de 2014–2021). En 2022, con el aumento de los precios del petróleo a nivel global, las importaciones de combustible aumentaron a USD 2300 millones. Este aumento, sumado al impacto de la disminución de las exportaciones, provocó un descenso en el saldo en cuenta corriente, que registró un déficit estimado del 6,1 % del PIB (frente al superávit anterior del 0,7 %). El traspaso de los aumentos a los precios del transporte también provocó un incremento de la inflación²⁷. Acelerar la electrificación del sector del transporte y aumentar la capacidad nacional para producir biocombustibles de manera sostenible podrían reducir de forma significativa la exposición de Paraguay a las fluctuaciones de los precios de los combustibles a nivel global y compensar en su totalidad los ingresos no percibidos por las exportaciones de energía hidroeléctrica²⁸.
- » **Mejora en la calidad del aire y en la salud:** dado que la contaminación atmosférica es el principal riesgo para la salud relacionado con el medio ambiente en el país, acelerar la electrificación de los sectores residencial, industrial y de transporte podría mejorar en gran medida la calidad del aire y, en consecuencia, la salud en general. En el escenario de cero emisiones netas para 2050, la mortalidad atribuida a la contaminación atmosférica²⁹ disminuiría un 46 %, en comparación con el escenario de referencia. El sector del transporte sería el que más contribuiría, con un 61 % de la reducción total de la mortalidad por contaminación atmosférica, seguido del sector residencial (35 %).
- » **Crecimiento más rápido gracias a una mayor inversión privada, especialmente en los sectores industriales:** El uso del excedente de electricidad limpia a nivel nacional para electrificar el transporte y otras industrias y atraer inversiones productivas en industrias de uso intensivo de energía podría acelerar el crecimiento a mediano y largo plazo en Paraguay. Por ejemplo, el **sector del hidrógeno verde** podría ofrecer alternativas al combustible para el transporte de cargas pesadas y al uso industrial de biomasa. El abundante suministro de energías renovables reduce el riesgo de las inversiones en infraestructuras de hidrógeno verde, y sería posible utilizar el excedente de capacidad eléctrica fuera de las horas de mayor consumo para generar hidrógeno verde como combustible³⁰. El hidrógeno producido a nivel local, y sus derivados, como el amoníaco verde, también podrían ayudar a reducir los costos de importación de fertilizantes, que alcanzaron un promedio de USD 487 millones, o el 1,3 % del PIB, durante el período 2018–2022. Recientemente, se anunciaron inversiones privadas en la generación de hidrógeno verde para el transporte³¹. Fortalecer el marco de

²⁶ Promedio del período 2017–2022.

²⁷ En 2022, la inflación alcanzó un promedio del 9,8 %, prácticamente el doble que en 2021 (4,8 %).

²⁸ Esta idea se amplía en la sección 3.5 del informe.

²⁹ La mortalidad por contaminación atmosférica se calculó con la Herramienta de Evaluación de Política Climática (CPAT), <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/brief/climate-policy-assessment-tool>.

³⁰ Con la salvedad de que la producción de hidrógeno a un factor de baja capacidad ralentiza la amortización de los electrolizadores y de que no todas las tecnologías de electrolizadores pueden adaptarse a la disponibilidad variable de electricidad.

³¹ Paraguay está preparando una hoja de ruta del hidrógeno verde para evaluar las oportunidades y los desafíos a los que se enfrenta el sector.

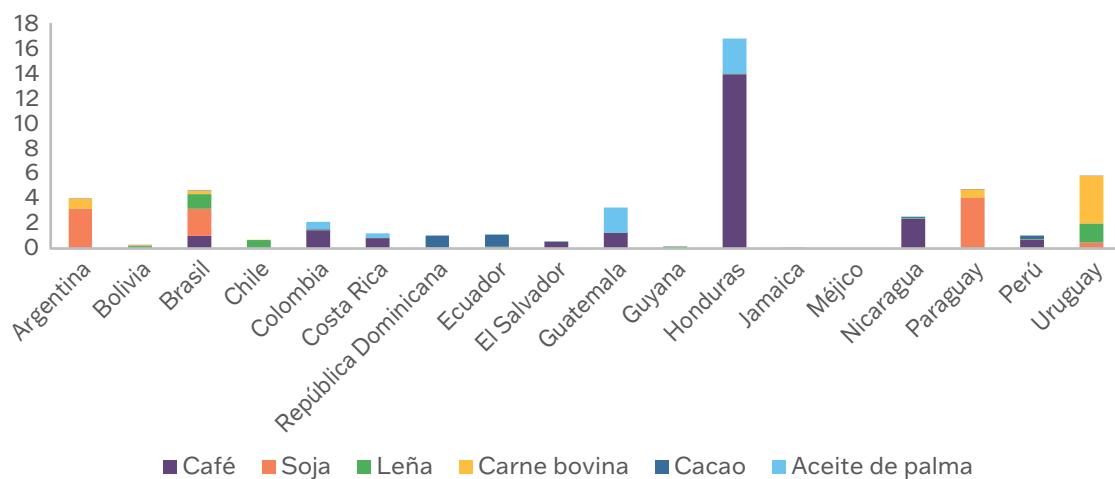
asociación entre los sectores público y privado, y revisar la idoneidad de la legislación sobre la participación del sector privado en sectores esenciales para la adaptación y mitigación del cambio climático, como el transporte y la energía, ayudaría a Paraguay a atraer más inversiones privadas en estos sectores.

Además, el país tiene importantes oportunidades para hacer más verdes sus exportaciones a mediano y largo plazo en los siguientes sectores:

- » **Silvicultura sostenible:** Paraguay cuenta con condiciones económicas y ambientales favorables³² para desarrollar plantaciones forestales sostenibles. El desarrollo de la silvicultura sostenible ha experimentado dificultades debido a la competencia del sector informal, un entorno normativo complejo, una capacidad institucional y una gobernanza deficientes, y un conocimiento limitado sobre el sector (Banco Mundial, 2020). Si tiene éxito, la construcción de la planta de celulosa Paracel, con un valor de USD 3500 millones (la mayor inversión privada de Paraguay hasta la fecha), podría cambiar las reglas del juego en lo que respecta al aumento de las exportaciones y la creación de empleos verdes, especialmente en las zonas rurales. Sin embargo, el éxito de la ampliación del sector de las plantaciones forestales requiere un plan gubernamental estratégico y bien estructurado, que contemple tanto los aspectos de la oferta como los de la demanda. Del lado de la oferta, un aspecto importante es el acceso a financiamiento para plantaciones: la Agencia Financiera de Desarrollo (AFD) lanzó el programa Proforestal, que ofrece crédito a largo plazo que se adapta a los ciclos de los proyectos forestales para ayudar a abordar este problema. Del lado de la demanda, aspectos importantes son el desarrollo de estándares relacionados con el mercado (por ejemplo, la certificación forestal), la reducción de la demanda de biomasa forestal y un mejor acceso a los mercados internacionales.
- » **Producción sostenible de alimentos:** Las exportaciones de alimentos de Paraguay son vulnerables a la regulación climática en los países importadores. Como se mencionó anteriormente, la conversión de bosques nativos a usos agrícolas disminuyó en la última década. Sin embargo, todavía hay una conversión significativa de bosques nativos a pastizales y la trazabilidad sigue siendo un problema importante. El 90 por ciento de la producción de carne de vacuno de Paraguay no está registrada en el sistema voluntario de trazabilidad (Sistema de Identificación y Trazabilidad de Explotaciones Rurales del Paraguay, SITRAP) (Marketdata, 2022). La trazabilidad de la producción de soja es mejor (las mediciones basadas en satélites indican que el 95 por ciento de la producción de soja se produce en áreas que no eran bosques nativos en 2005 (Infona, 2023), pero aún se están implementando sistemas para rastrear la producción de estas áreas libres de deforestación. Poder demostrar que su producción agrícola está libre de deforestación ayudaría a Paraguay a reducir su exposición a las regulaciones europeas de deforestación libre (gráfico 1.7). Como se analiza en la sección 3.1, la ampliación de las prácticas climáticamente inteligentes en la agricultura y la ganadería, especialmente entre los pequeños productores, y la reducción de la deforestación ilegal, podría lograr un triple beneficio: mayor productividad, mayor resiliencia y menores emisiones. El fortalecimiento de las instituciones públicas responsables de la gestión sostenible del uso de la tierra, la certificación, la innovación y la adopción de tecnología, y la reorientación del gasto público en agricultura hacia estos objetivos, podrían ayudar a Paraguay a mejorar su posición en la producción sostenible de alimentos (Banco Mundial, 2024).

³² Paraguay posee alrededor de 5 millones de hectáreas de tierras aptas para plantaciones forestales al este del río Paraguay. Los regímenes de precipitaciones, las características de la tierra, la fisiografía y las temperaturas subtropicales, que se mantienen durante todo el año en el este del país, ofrecen condiciones muy favorables para algunos de los crecimientos de árboles más rápidos del mundo. Las plantaciones de eucalipto en Paraguay suelen tener tasas de crecimiento de unos 35 metros cúbicos por hectárea al año, en comparación con las tasas promedio de Chile y Uruguay de entre 22 y 23 metros cúbicos. Aunque el potencial del país para las plantaciones forestales ha sido reconocido durante décadas, la inversión en el sector sigue siendo escasa. Como consecuencia, el país solo cuenta con 159 000 hectáreas de plantaciones, frente a 3,25 millones de Chile y 950 664 de Uruguay.

GRÁFICO 1.7. Proporción del total de exportaciones (%) afectadas por la normativa sobre productos libres de deforestación, por países (2019)



Fuente: Conte Grand, Schulz-Antipa y Rozenberg (2023).

Aumentar la resiliencia al cambio climático y aprovechar las oportunidades que ofrece la transición hacia un mundo más verde requerirá un notable fortalecimiento institucional en Paraguay. La aplicación de las leyes y los reglamentos existentes relacionados con la informalidad, el comercio ilegal, la deforestación y otras infracciones contra el medio ambiente es poco rigurosa, con esferas de control que se superponen e instituciones fragmentadas y sin recursos suficientes. Un sector público más productivo permitiría a Paraguay hacer la transición hacia una economía más competitiva y sostenible, que sea más resiliente frente a los eventos climáticos.

2. Compromisos climáticos, políticas y capacidades del país

MENSAJES PRINCIPALES

- El gobierno de Paraguay es cada vez más consciente de la interrelación entre los desafíos del cambio climático y del desarrollo, y está formulando planes de acción para abordarlos.
 - La capacidad de Paraguay para coordinar una respuesta política eficaz frente al cambio climático es limitada debido a las deficiencias en la definición de funciones y responsabilidades, la rendición de cuentas y los mecanismos de control.
 - Se necesita más inversión para mejorar la calidad de los datos sobre los indicadores medioambientales y climáticos, incluir los riesgos climáticos en la planificación presupuestaria y fortalecer las instituciones dedicadas al medio ambiente.
-

2.1. La capacidad de Paraguay para coordinar una respuesta eficaz frente al cambio climático ha sido limitada

El gobierno de Paraguay reconoce cada vez más la intersección entre los desafíos del cambio climático y del desarrollo. En 2014, se elaboró el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2030³³, la visión del país para convertirse en un Estado competitivo, inclusivo y sostenible desde el punto de vista ambiental y económico. La versión actualizada en el año 2021 del PND 2030 se estructuró sobre cuatro pilares estratégicos: Reducción de la pobreza y desarrollo social; crecimiento económico inclusivo; Proyección de Paraguay en el mundo y Fortalecimiento Político Institucional, y sobre cuatro áreas transversales: la igualdad de oportunidades, la gestión pública eficiente y transparente, Ordenamiento y desarrollo territorial y la sostenibilidad ambiental.

La sostenibilidad ambiental ocupa un lugar destacado en el PND 2030 actualizado. En el primer pilar, se incluyen objetivos como la universalización del agua potable, la mejora del saneamiento y la reducción de la mortalidad por contaminación atmosférica. Con el segundo pilar, se busca aumentar el uso de las energías renovables como proporción del total de la demanda de energía del 19 % al 28 %, lo que incluye, por ejemplo, aumentar el uso de electricidad industrial y reducir el porcentaje de combustibles fósiles en la demanda total de energía del 39 % al 30 %. La Ley 6977 de enero de 2023 apoya este objetivo al autorizar incentivos fiscales para el despliegue de todas las fuentes de energía renovables no convencionales³⁴. En el tercer pilar, se incluyen objetivos como mejorar las infraestructuras físicas transfronterizas, garantizar la navegabilidad de las vías navegables durante todo el año y restaurar al menos el 20 % de los ecosistemas deteriorados. Por último, en el cuarto pilar, se definen objetivos relacionados con la conservación de los recursos naturales y la gestión de la silvicultura sostenible.

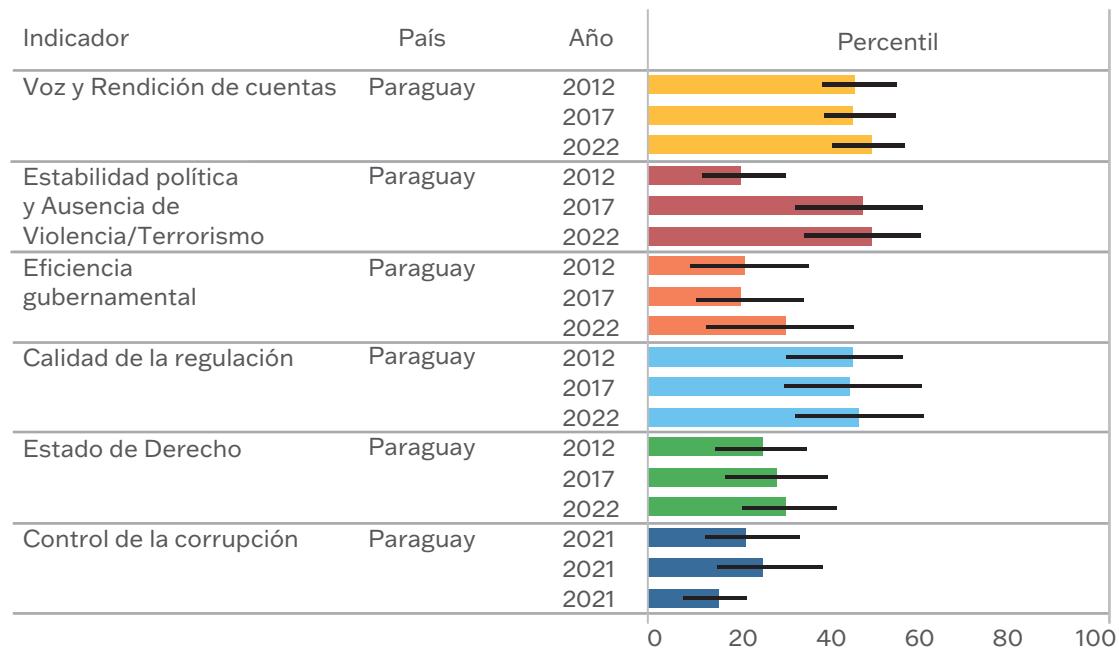
Aunque se han observado mejoras, la calidad general de la gestión institucional en Paraguay se mantiene lejos de los indicadores regionales e internacionales, lo que afecta a la política relacionada con el clima. Según los Indicadores Mundiales de Buen Gobierno (WGI) de 2022 del Banco Mundial, Paraguay se sitúa en el percentil 20 de los países con puntuación más baja en materia de eficacia gubernamental, control de la corrupción, Estado de Derecho y otros aspectos de la gestión institucional (gráfico 2.1). Esto socava la capacidad del país para formular, aplicar

³³ <https://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>.

³⁴ Se excluye la energía hidráulica y se incluyen los biocombustibles sostenibles, la energía geotérmica, solar y eólica, y el hidrógeno verde.

y hacer cumplir políticas públicas eficaces³⁵, especialmente frente a desafíos complejos como el cambio climático. Las medidas de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos también se ven limitadas por la falta de recursos humanos adecuados para diseñar y ejecutar las medidas pertinentes, la escasez de recursos financieros, la limitada capacidad de llegar y tener una participación activa del nivel subnacional y el incipiente empoderamiento de los sectores responsables de la implementación de los compromisos asumidos por el país en la NDC.

GRÁFICO 2.1. Baja puntuación de Paraguay en los indicadores de calidad de la gestión institucional



Fuente: WGI 2022, <http://info.worldbank.org/governance/wgi/>.

Nota: El WGI agrega datos de más de 30 grupos de reflexión, organizaciones internacionales, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas de todo el mundo, seleccionados en función de tres criterios clave: 1) son elaborados por organizaciones creíbles; 2) proporcionan datos comparables entre países; y 3) se actualizan periódicamente. Los datos reflejan los diversos puntos de vista sobre la gobernanza de muchas partes interesadas de todo el mundo, incluidas decenas de miles de encuestados y expertos.

2.1.1. Marco legal

Paraguay ha desarrollado planes formales para hacer frente al cambio climático. Desde la ratificación del Acuerdo de París en 2016, el Gobierno formuló políticas para hacer frente al cambio climático, con especial énfasis en la adaptación. En julio de 2021, Paraguay actualizó sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)³⁶, y dentro de ella su Primera Comunicación Nacional de Adaptación y las presentó ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En las NDC, para el caso de adaptación se incluyen 25 objetivos de adaptación en 7 sectores prioritarios (Ciudades y Comunidades Resilientes, Salud y Epidemiología, Ecosistemas y Biodiversidad, Energía, Agropecuario, forestal y seguridad alimentaria, Recursos Hídricos y Transporte), con sus respectivas líneas de acción, brechas y necesidades, más los ejes trasversales (gestión de riesgos, aspectos normativos, vulnerabilidad de género, pueblos indígenas, acción por el empoderamiento climático y tecnología e investigación). Para el caso de mitigación, se ha actualizado la línea de base de emisiones al 2030 y se han elaborado 5 planes de mitigación en los sectores de agricultura y ganadería; uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura; uso de productos y procesos industriales; residuos y Energía y Transporte.

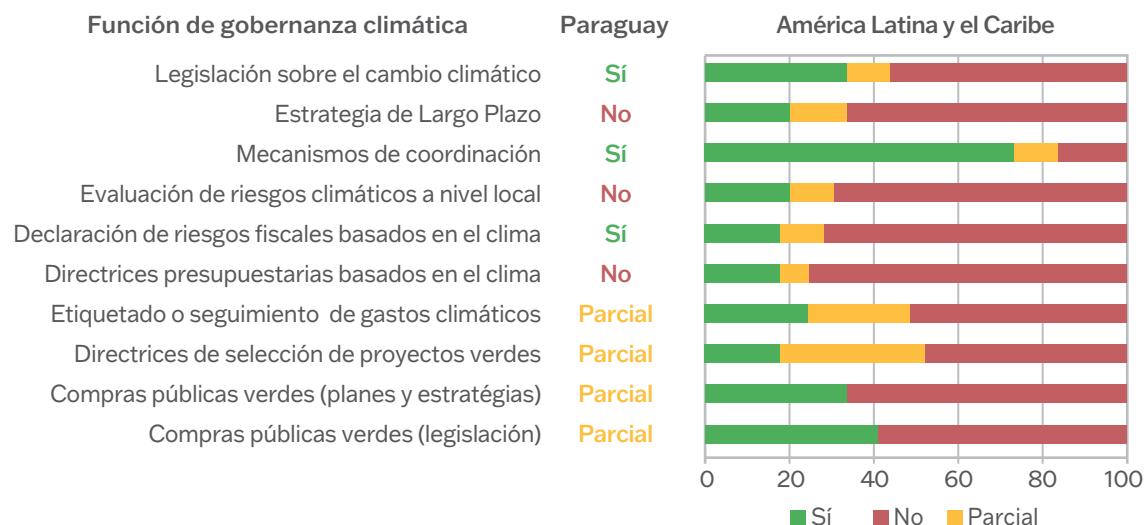
³⁵ Este desfase de las políticas se cuantifica en Chuaire y Scartascini (2014) a partir de indicadores de estabilidad, eficiencia, adaptabilidad, coherencia, ejecución y cumplimiento de las políticas, y preparación pública.

³⁶ <https://www.mades.gov.py/actualizacion-de-las-contribuciones-nacionalmente-determinadas-ndc-de-paraguay/>.

Apuntando al desarrollo sostenible, bajo el Acuerdo de París, el Paraguay se ha comprometido en su primera NDC del año 2015, una meta de reducción de 20 % de emisiones proyectadas al 2030 (10 % incondicional y 10 % condicionada a la cooperación financiera internacional) o sea una reducción de 20 % de las 102 MtCO₂e de emisiones previstas para 2030 en su inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)³⁷. En julio de 2022, el Gobierno publicó la actualización de Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para 2022-2030³⁸, cuyo objetivo es facilitar la coordinación entre las partes interesadas para integrar medidas de adaptación en políticas, programas y proyectos a nivel central y subnacional, de acuerdo a las responsabilidades que se desprenden de la Primera Comunicación de adaptación³⁹, así también cuenta con un instrumento conocido como Hoja de Ruta de la adaptación, desarrollado con los involucrados, donde se buscó definir qué hacer, como hacerlo, quien lo hace, cuando se hace, y cuáles son los recursos necesarios⁴⁰. Paraguay ha explorado la posibilidad de iniciar un proceso con miras a la construcción de una estrategia de desarrollo con bajas emisiones (LEDS por sus siglas en inglés).

Si bien hay un margen de mejora, el marco jurídico es suficiente para abordar, diseñar y ejecutar políticas públicas sobre el cambio climático. Paraguay aprobó su ley marco sobre cambio climático, la Ley Nacional de Cambio Climático (5875/2017), en 2017⁴¹. Esta ley se complementa con un marco regulatorio que incluye leyes subsidiarias y decretos presidenciales que orientan los planes nacionales y las políticas sectoriales en materia de cambio climático, y se alinea con el PND 2030, Marco de Sendai y los ODS. La Ley de Inversión Pública (6490/2020) y su reglamentación también permiten la incorporación de parámetros relacionados con el clima en el proceso de preparación y aprobación de proyectos de inversión pública. No obstante, los proyectos de inversión pública no se evalúan sistemáticamente en relación con su impacto ambiental o su contribución a los compromisos y las medidas gubernamentales en materia de cambio climático.

GRÁFICO 2.2. El marco para la gestión institucional del cambio climático en Paraguay y otros países de América Latina y el Caribe está incompleto



Fuente: Datos recopilados por el personal del Banco Mundial en 2021; los datos de Paraguay se refieren a 2022.
Nota: los datos de América Latina y el Caribe abarcan 30 países.

³⁷ Basado en estimativas del gobierno, ver: <http://dncc.mades.gov.py/mitigacion#:~:text=La%20Rep%C3%BAlica%20del%20Paraguay%20ha,invernaderos%20proyectados%20al%20a%C3%B1o%202030>.

³⁸ http://dncc.mades.gov.py/wp-content/uploads/2022/06/Plan-Nacional-de-Adaptaci%C3%B3n-al-Cambio-Clim%C3%A1tico-2022_2030.pdf.

³⁹ Agricultura, silvicultura y seguridad alimentaria; salud y epidemiología; recursos hídricos; energía; ecosistemas y biodiversidad; transporte; comunidades y ciudades resilientes.

⁴⁰ <http://dncc.mades.gov.py/hoja-de-ruta-de-adaptacion-al-2030>.

⁴¹ <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/8712/ley-n-5875-nacional-de-cambio-climatico#:~:text=La%20presente%20Ley%20tiene%20como,de%20gases%20de%20efecto%20invernadero>.

La capacidad de Paraguay para coordinar una respuesta política eficaz frente al cambio climático es limitada debido a deficiencias en la definición de las funciones y responsabilidades, la rendición de cuentas y los mecanismos de control (Banco Mundial, 2022). El MADES, como en otros países de la región, posee un presupuesto bajo destinado a hacer frente a los desafíos del cambio climático, por lo que, en gran medida, depende de los recursos de los fondos multilaterales. Tiene una autoridad limitada para integrar los objetivos climáticos nacionales en las políticas sectoriales y en los gobiernos subnacionales para que establezcan una planificación que definan objetivos, desarrollen planes/estrategias y presenten informes alineados a los compromisos nacionales sobre la ejecución de medidas relacionadas con la agenda climática. No obstante, se están realizando tareas para desarrollar planes de adaptación regionales, departamentales y municipales, y para incorporar el cambio climático en los mecanismos municipales de planificación del uso de la tierra. La Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC) es el órgano de coordinación interinstitucional presidido por la Dirección Nacional de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES). La CNCC supervisa el diseño y la ejecución de la política relacionada con el cambio climático. Sin embargo, aunque esta ha gestionado un proceso de colaboración para debatir, preparar y comunicar las NDC, carece de facultad de decisión real y depende, en gran medida, de los recursos de los donantes.

No se asignan suficientes recursos públicos para fortalecer y empoderar a los responsables de la implementación de la NDC y financiar la acción climática. En 2022, el MADES recibió solo el 0,02 % del total de la asignación presupuestaria central. El Ministerio de Economía y Finanzas ha comenzado a adoptar una función más proactiva en la planificación de la respuesta climática del Gobierno, mediante su unión a la Coalición de Ministros de Finanzas para la Acción Climática⁴², pero el análisis y la acción sobre el cambio climático aún se encuentran en sus fases iniciales. En 2022, el Ministerio de Economía y Finanzas, incluyó por primera vez el análisis de riesgos climáticos en su declaración de riesgos fiscales, pero no cuenta con un marco para adoptar una postura sistemática y dinámica en materia de adaptación y mitigación del cambio climático, ni con un plan para financiar sus obligaciones derivadas de las NDC. Tampoco utilizan modelos macroeconómicos para evaluar el impacto del cambio climático en los agregados macrofiscales (por ejemplo, Antosiewicz et al., 2020). El Ministerio de Economía y Finanzas, está preparando una hoja de ruta para integrar mejor el cambio climático en sus estrategias y actividades, es decir, aplicar los principios de la Declaración de Helsinki⁴³. La Ley Marco de Cambio Climático (5875/2017) crea un fondo nacional de cambio climático, su objeto será captar y aplicar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el Cambio Climático. Las acciones relacionadas con la adaptación serán prioritarias en la aplicación de los recursos del Fondo. Sin embargo, el mismo a la fecha no se encuentra aprobado.

2.2. Financiamiento público relacionado con el clima

Cuantificar sistemáticamente los riesgos climáticos de la inversión y el gasto públicos es clave para mejorar la planificación climática de Paraguay. El Gobierno ha prestado una atención limitada a los riesgos climáticos fiscales y de transición en la gestión de la inversión pública, la planificación fiscal y la elaboración de presupuestos. En la evaluación del Programa de Gasto Público y Rendición de Cuentas (PEFA) de 2022⁴⁴ sobre el clima se observa que el sistema de gestión financiera pública de Paraguay no apoya la ejecución de las políticas nacionales

⁴² <https://www.financeministersforclimate.org/>.

⁴³ <https://www.financeministersforclimate.org/helsinki-principles>.

⁴⁴ El marco del (PEFA) está diseñado para la evaluación y la presentación de informes sobre las fortalezas y las debilidades de la gestión de las finanzas públicas, en el que se utilizan indicadores cuantitativos para medir el desempeño. Desde su creación en 2005, el marco del PEFA se ha utilizado para realizar 640 evaluaciones en 152 países y es ampliamente reconocido como la herramienta de evaluación de la gestión financiera pública más aceptada. En la evaluación del PEFA sobre el clima, se determina si las leyes y los reglamentos, las instituciones, los sistemas, los procedimientos y los procesos contribuyen a la ejecución de las actividades relacionadas con el cambio climático en todo el ciclo presupuestario. Véase <https://www.pefa.org/about>.

sobre el cambio climático. La mayoría de los indicadores muestran que las prácticas de gestión financiera pública no están alineadas con las buenas prácticas internacionales (tabla 2.1). El MEF no ha supervisado ni informado de manera sistemática los gastos relacionados con el clima, y el país no cuenta con un sistema integrado para evaluar las vulnerabilidades y los riesgos climáticos de la inversión pública.

TABLA 2.1. Calificaciones del PEFA sobre el clima para Paraguay

Indicator	Score
Alineación del presupuesto con las estrategias sobre el cambio climático	D
Seguimiento de los gastos asociados al cambio climático	D
Circularidad presupuestaria	D
Escrutinio legislativo	D+
Gestión de la inversión pública para el cambio climático	D
Gestión de activos no financieros para el cambio climático	D
Pasivos relacionados con el cambio climático	D
Adquisición pública para el cambio climático	D
Controles de gastos relacionados con el cambio climático	D
Descentralización fiscal para el cambio climático	D
Información sobre el desempeño en materia de cambio climático	D
Evaluación sobre el cambio climático	D

Fuente: BID y MdF, 2022.

Nota: Las calificaciones del PEFA van de la A (la mejor calificación) a la D (la peor calificación).

El Gobierno ha comenzado a resolver algunas de estas deficiencias. En 2022, el MEF desarrolló una guía metodológica para etiquetar el gasto público destinado al clima, al poner a prueba la metodología con los gastos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Ministerio de Industria y Comercio, Instituto Forestal Nacional INFONA y el propio MADES. En una segunda fase, el Gobierno tiene previsto ampliar este ejercicio para cubrir alrededor del 80 % de las emisiones de dióxido de carbono de Paraguay. La antigua Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), hoy redefinida en la nueva estructura del MEF, específicamente en el Viceministerio de Economía y Planificación, publicó una guía inicial (basada en la Ley de Inversión Pública 6490/2020⁴⁵) con el fin de incluir consideraciones relacionadas con el cambio climático en la selección, la evaluación *ex ante* y la priorización de proyectos de inversión pública en el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). Esto incluye verificar la convergencia de los proyectos con las políticas y los planes gubernamentales en materia de cambio climático.

El Gobierno también avanza hacia las adquisiciones públicas más sostenibles. En 2010, la Dirección Nacional de Contrataciones Públicas (DNC) de Paraguay estableció pautas de adquisición pública sostenibles a través de la Resolución 1675/2010, que luego se actualizó mediante la Resolución 922/2020. En estas pautas, se estipulan los procedimientos de adquisición de obras, bienes y servicios en consonancia con las políticas ambientales y climáticas del Gobierno⁴⁶. En 2022, la DNC promulgó una nueva Ley de Contratación Pública (7021/2022), en la que se incluyeron las compras sostenibles como criterio en la

⁴⁵ <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/9106/ley-n-6490-de-inversion-publica>.

⁴⁶ En concreto, la adquisición de bienes y servicios públicos debe tener en cuenta la contaminación del suelo, el consumo de agua, la generación de residuos, las emisiones de GEI, el consumo de energía, el uso de sustancias tóxicas, el uso de tecnologías limpias y la conservación de los recursos naturales, y cumplir en general con el marco jurídico en materia de medio ambiente del Gobierno.

adquisición pública y se incorporó el concepto de optimización de los recursos para evaluar a los oferentes y las economías de escala como elementos de la contratación pública sostenible. La DNCP también lanzó el Plan de Acción para la Implementación de la Política de Compras Públicas Sostenibles 2027. Desarrollado en colaboración con el sector privado, el plan establece un proceso de seis pasos para realizar compras públicas más sostenibles, incluida la evaluación de los oferentes en función de criterios de sostenibilidad y responsabilidad institucional. Para supervisar los avances del plan en materia de adquisiciones públicas sostenibles, la DNCP tiene previsto elaborar un panel que permita el seguimiento de las compras en tiempo real y la evaluación de los efectos de las políticas en las dimensiones social, económica y ambiental.

2.3. Rendición de cuentas y acceso a la información climática

A pesar de algunas mejoras, la información pública sobre el cambio climático sigue siendo limitada. El sitio web del MADES⁴⁷ proporciona acceso a las políticas sobre el clima, los planes, los objetivos, los indicadores de progreso y otra información relacionada. En 2019, se creó el Sistema de Información Ambiental (SIAM)⁴⁸ para proporcionar información actualizada sobre los indicadores ambientales. Aunque el SIAM incluye una base de datos de iniciativas de cambio climático conectada a la base de datos del inventario nacional de GEI, los datos disponibles públicamente sobre este tema, sobre todo la información estadística, son de carácter elemental⁴⁹ (por ejemplo, los datos sobre las emisiones de GEI y las medidas de mitigación son básicos y no están actualizados⁵⁰) y el diseño del sitio web no es fácil de usar. El Gobierno comenzó a publicar análisis relacionados con el cambio climático, entre ellos el Atlas de Riesgo de Desastres de Paraguay de 2018 y el Estado del Clima en Paraguay de 2019; el visor de escenarios climáticos y el visor de análisis de vulnerabilidad en los 7 sectores de adaptación⁵¹, siendo estas un gran paso para orientar a los tomadores de decisiones para fundamentar, establecer una planificación y posteriormente implementar acciones de lucha contra el cambio climático. Si bien, es sabido que estos estudios son a nivel nacional, se deben potenciar evidencia científica descentralizada con los sectores del estado y los gobiernos subnacionales.

Paraguay identifica la falta de datos básicos suficientes a nivel nacional y subnacional para contar con un análisis de riesgo y vulnerabilidad acorde a las realidades locales como una de las principales barreras para el desarrollo de la adaptación en el país. Disponibilizar, actualizar los análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en una plataforma dinámica multisectorial, multiactor y multinivel; fortalecer el sistema nacional de monitoreo de las variables climáticas, meteorológicas y los sistemas de alerta temprana; y difundirlo en un lenguaje de fácil entendimiento, consolidar una red nacional de monitoreo de las variables meteorológicas son algunos de los desafíos que deben ser abordados según lo establecido en la Primera Comunicación de adaptación.

La recopilación de datos relacionados con el medio ambiente y los principales sectores emisores (primer paso para mejorar la información sobre el clima) constituye todo un desafío. El Instituto Nacional de Estadística (INE) recibió solo USD 4,9 millones anuales en promedio entre 2018 y 2020, es decir, aproximadamente el 0,07 % del total del presupuesto del Gobierno central. Como resultado, la elaboración de estadísticas oficiales relacionadas con el medio ambiente y la acción climática ha sido incompleta, poco frecuente y excesivamente dependiente del financiamiento externo⁵². La obtención de datos ambientales a nivel local

⁴⁷ <https://www.mades.gov.py/>.

⁴⁸ <https://apps.mades.gov.py/siam/portal>.

⁴⁹ <https://apps.mades.gov.py/siam/portal/indicadores/cambio-climatico>.

⁵⁰ Al 31 de marzo de 2023.

⁵¹ <https://visorweb-dncc.mades.gov.py/>.

⁵² Por ejemplo, el censo agrícola no se realizó hasta finales de 2022, después de un largo intervalo de 14 años. La demora se debió a las dificultades para obtener la aprobación del Congreso de un préstamo externo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y a la pandemia de COVID-19, entre otros factores.

también supone un desafío, ya que muchos de los organismos gubernamentales a los que se ha encargado la responsabilidad de recopilar datos sobre el medio ambiente carecen de la capacidad técnica y los recursos necesarios para hacerlo. Además, cuando se recopilan datos, a menudo estos carecen de garantía de calidad.

Los mecanismos de rendición de cuentas relacionados con los problemas ambientales también están poco desarrollados. El MADES adoptó pautas nacionales para implementar un sistema de control interno obligatorio para todas las instituciones públicas gubernamentales de Paraguay, el Modelo Estándar de Control Interno del Paraguay (MECIP). Aunque algunos ministerios sectoriales, como el MADES y los ministerios de Agricultura, Energía y Obras Públicas, ofrecen acceso a sistemas de atención de quejas y lucha contra la corrupción, el sistema judicial y los organismos ambientalistas tienen una capacidad limitada de personal y fondos, y se encuentran muy centralizados. Esto afecta su capacidad para gestionar las quejas relacionadas con las cuestiones ambientales, sobre todo, las provenientes de zonas remotas. También es necesario mejorar los sistemas de información y catastro para que la rendición de cuentas sea más eficaz.

Por último, la participación pública en cuestiones medioambientales tiende a ser inclusiva, pero se limita en gran medida a los programas, los proyectos y las políticas nacionales financiados por donantes internacionales. En 2018, se estableció formalmente un protocolo de consulta libre previa e informada CLPI con los pueblos indígenas mediante un decreto presidencial (1039/18), que incluye una reserva para los grupos no contactados o en aislamiento voluntario. La participación de grupos e individuos regionales y locales es más limitada, dada la menor presencia de organismos ambientalistas en estas zonas. La CNCC desarrolla un plan de comunicación y fomenta la creación de espacios públicos para analizar la información sobre el clima, en especial, a nivel de los Gobiernos subnacionales y los pueblos indígenas.

3. Trayectorias sectoriales que conducen a la resiliencia y la descarbonización

MENSAJES PRINCIPALES

- El cambio climático incrementará los costos de los sectores de la energía hidroeléctrica, el transporte y la agricultura, lo que requerirá intervenciones de adaptación a nivel sectorial y una mejor gestión de los recursos hídricos.
 - La descarbonización en Paraguay requerirá la electrificación del transporte y el uso de biomasa, así como inversiones en eficiencia energética y generación de electricidad después de 2040. Todas estas transformaciones requieren inversiones adicionales, pero generan beneficios importantes para la economía.
 - Las transformaciones en el sector del uso de la tierra para aumentar la eficiencia pueden reducir las emisiones y, al mismo tiempo, aumentar la producción agrícola.
-

3.1. El sector de la agricultura

En las dos últimas décadas, Paraguay aprovechó la demanda global de materias primas para aumentar su producción agrícola. Se convirtió en un exportador importante de productos agrícolas y carne vacuna, y comercializó USD 5750 millones en productos agrícolas a otros países en 2020. Las exportaciones de productos agrícolas se multiplicaron por diez en solo dos décadas. Este crecimiento fue mucho mayor que el observado en otros productos, y la participación del sector en las exportaciones del país pasó del 41,2 % al 62,1 % entre 2000 y 2020 (Atlas de la Complejidad Económica, 2020).

La combinación de un clima favorable y la abundancia de pastizales naturales han hecho del país un lugar ideal para la producción de carne vacuna. La integración con los mercados internacionales se asocia al aumento de la productividad, con un incremento de la productividad total de los factores en el sector de más del 40 % entre 2005 y 2016 (Nin-Pratt et al., 2019). El aumento de la productividad proviene, en gran medida, de la mejora de la cría y las inversiones en las pasturas. En 2020, el país contaba con más de 14 millones de hectáreas de pastizales, que permitían alimentar un rebaño de aproximadamente 14 millones de cabezas (más de dos cabezas de ganado por habitante) y generar exportaciones por más de USD 1200 millones (alrededor del 12 % de las exportaciones del país).

La expansión de los cultivos en Paraguay se benefició de la difusión de tecnologías modernas, como las semillas mejoradas (modificadas genéticamente), la siembra directa, el cultivo doble y la fertilización biológica. La soja es el principal cultivo del país, representa más de la mitad de la producción y genera más de USD 3000 millones al año en exportaciones. La productividad de la soja es comparable a la de otros países de la región, con un promedio de 3000 kilos por hectárea en los años sin eventos climáticos extremos. Sin embargo, estos eventos son más frecuentes en Paraguay que en regiones vecinas como el Mato Grosso (Brasil) o la Pampa (Argentina). El maíz es el segundo cultivo más importante del país, ya que representa cerca de una sexta parte de la producción agrícola y genera exportaciones por un valor de más de USD 300 millones al año. El cultivo del maíz se ha beneficiado de la difusión de los sistemas de cultivo doble, en los que los agricultores cultivan soja en verano y maíz en invierno. Aunque el cultivo doble se asocia a un aumento de la productividad en los años típicos, también aumenta la vulnerabilidad ante los eventos climáticos, ya que los agricultores suelen ajustarse a ellos al sacrificar la cosecha de invierno para preservar la de verano (Rattis et al., 2021; Araujo, 2023). El arroz y el trigo son otros cultivos importantes, cuya producción y exportación aumentó considerablemente en las dos últimas décadas.

Garantizar que la expansión de la producción agrícola no genere más presión sobre los bosques nativos de Paraguay es clave para que el país pueda cumplir simultáneamente sus objetivos de desarrollo y medioambientales. 4,1 millones de hectáreas de bosques nativos fueron convertidas a usos agrícolas en el período 2005–2022 (Mapbiomas, 2023). El 5 % de estos bosques nativos se encontraban en el este de Paraguay y fueron talados principalmente para la extracción de leña, cultivos ilegales y agricultura de subsistencia (Infona, 2023, Mapbiomas, 2023). El 95 % restante de estos bosques nativos se encontraban en el Paraguay Occidental, y más del 90 % de ellos fueron convertidos en pastizales (Mapbiomas, 2023). La leña representa el 40 % del consumo energético interno de Paraguay, y se utiliza ampliamente en los hogares y las explotaciones agropecuarias, lo que genera una demanda superior a las tasas de reemplazo de bosques (Columbia, 2019). Los incendios forestales afectaron 325 000 hectáreas en los departamentos occidentales y 11 000 hectáreas en la región oriental solo en 2019 (Secretaría de Emergencia Nacional, 2019).

La intensa deforestación amenaza los servicios ecosistémicos esenciales, como la protección de las cuencas hidrográficas y contra la erosión del suelo que proporcionan los bosques de Paraguay. Se estima que una hectárea del Bosque Atlántico del Paraguay oriental genera el equivalente a USD 230 por año en servicios ecosistémicos, en comparación con USD 56 por una hectárea del Chaco en la región occidental de Paraguay (Banco Mundial, 2020). La deforestación también aumenta la vulnerabilidad ante el cambio climático. El control de la deforestación requiere mejoras en la gobernanza forestal e inversiones en tecnologías de seguimiento. Paraguay implementó algunas medidas para controlar la deforestación, como la Ley de Deforestación Cero en el Bosque Atlántico (Ley n.º 6256) o la creación de zonas protegidas en el Chaco. No obstante, el país necesita una estructura de gestión institucional más sólida, que combine medidas de mando y control, seguimiento de la cadena de suministro e incentivos fiscales para preservar y restaurar los bosques^{53,54}. La incorporación de medidas basadas en satélites en el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal y la aprobación de la Ley del Mercado de Carbono (Ley 7190/2023) son pasos importantes para reforzar la gobernanza forestal y crear mejores incentivos económicos para la conservación, respectivamente. Sin embargo, conectar el mejor monitoreo con medidas efectivas de comando y control y regular adecuadamente los instrumentos económicos para la conservación como la Ley de Mercados de Carbono (Ley 7190/2023) y la Ley de Servicios Ambientales (Ley 3001/2006) son medidas importantes para asegurar que los recientes avances institucionales ayuden a promover la conservación de los bosques de Paraguay.

La reducción de las emisiones de metano es otro desafío para que Paraguay pueda mitigar la huella de carbono del sector agropecuario. La fermentación entérica del ganado representa aproximadamente el 80 % de las emisiones totales de metano del país (MADES, 2018). Para reducir las emisiones entéricas por unidad de carne vacuna, es esencial aumentar la productividad: un aumento de 70 kilogramos a 140 kilogramos por hectárea al año disminuiría las emisiones de metano por unidad en un tercio (Cardoso et al., 2017; Searchinger et al., 2018). La mejora en la calidad de los pastizales, la suplementación de la dieta, la mejora del manejo de rebaños y la optimización de los programas de cría son medidas que aumentan la productividad y, al mismo tiempo, reducen las emisiones (Cardoso et al., 2017). La mejora en la gestión del estiércol mediante unidades de biogás reduce las emisiones de metano, al tiempo que genera energía renovable.

3.1.1. Adaptación al cambio climático

Las crisis climáticas son un importante factor de riesgo en la producción agrícola de Paraguay. La sequía, las heladas, las precipitaciones excesivas y otros eventos climáticos suelen afectar a la producción agrícola, con pérdidas anuales previstas de aproximadamente USD 500 millones, que equivalen al 7,6 % del valor de la producción agrícola o al 1,3 % del PIB (Banco Mundial, de próxima aparición). Se calcula que las pérdidas máximas probables para

⁵³(Andam et al., 2008); (Lambin et al., 2018); (Nepstad et al., 2009).

⁵⁴(Banco Mundial, 2020).

un evento de 1 en 100 años (como una sequía histórica) ascienden a USD 3000 millones, que equivalen al 46 % del valor agregado total de la agricultura o alrededor del 7,6 % del PIB. Las pérdidas previstas son mayores en la producción de soja (9,3 % de la producción agrícola) y menores en la de maíz (6,4 %) (Banco Mundial, de próxima aparición). La creciente adopción de sistemas de cultivo doble aumenta con el tiempo la vulnerabilidad ante los eventos climáticos, ya que estos sistemas son más sensibles a las precipitaciones que las tecnologías tradicionales debido a que los períodos de siembra son más cortos (Rattis et al., 2021).

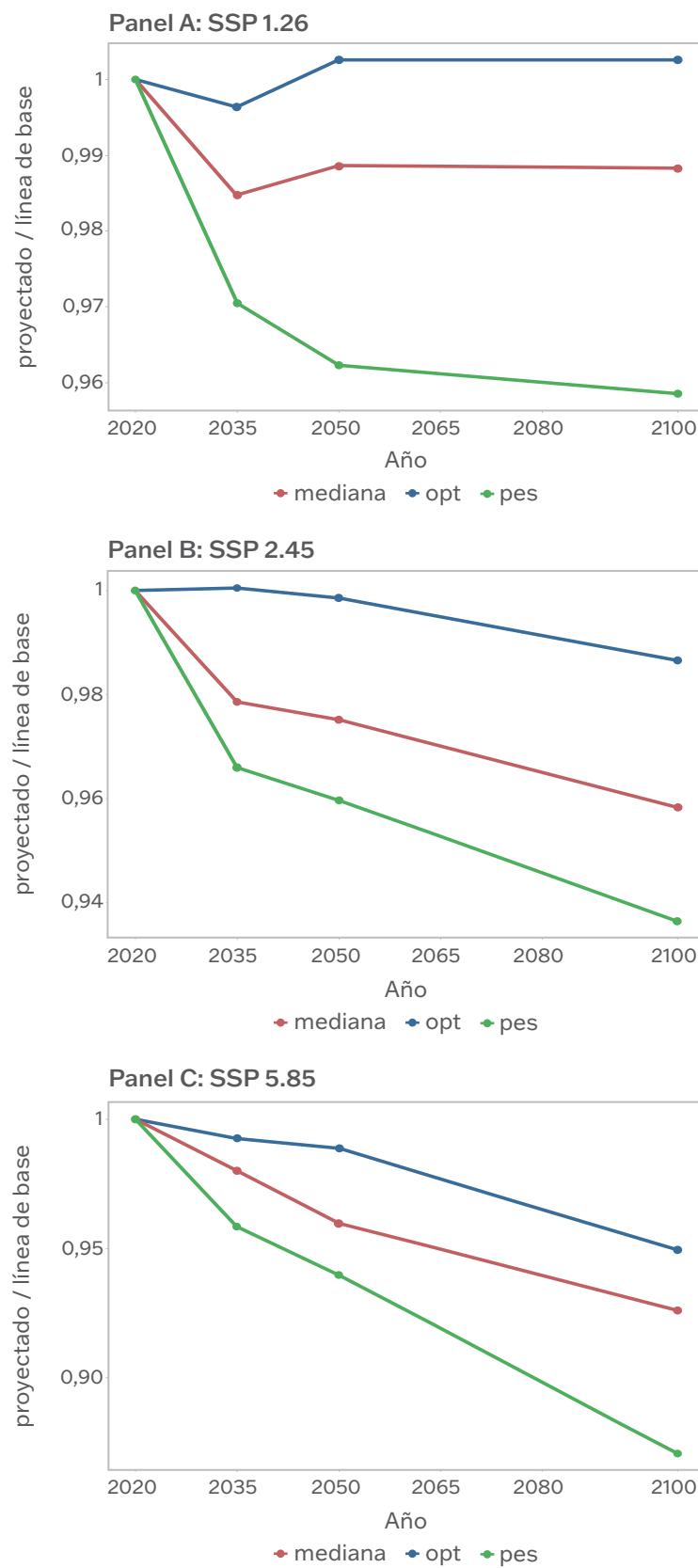
Se prevé que el cambio climático tenga efectos negativos en la productividad agrícola del país. Los modelos estadísticos que utilizan datos históricos indican una estrecha relación entre la productividad de la soja, el maíz y el trigo (responsables de más del 80 % de la producción agrícola del país), y los indicadores de precipitaciones y temperatura. La combinación de estos modelos estadísticos con las proyecciones climáticas revela que, para 2050, una caída en la productividad de estos cultivos reduciría la producción total de cultivos en un año típico a un nivel entre un 1,1 % y un 4 % inferior al observado en los últimos cinco años (gráfico 3.1). Se trata de un efecto notable, si se tiene en cuenta que el país experimentó crisis climáticas adversas en tres de los cinco años del período de referencia. Las pérdidas futuras de producción debidas al cambio climático son mayores para el maíz (entre el 5,1 % y el 8,2 %) que para la soja (entre el 0,4 % y el 2,6 %), lo que refleja la importancia cada vez mayor del cultivo doble en la agricultura de Paraguay (Ecoclimasol, 2023).

Las pérdidas de producción provocadas por el cambio climático son mucho mayores en los escenarios extremos. El cambio climático aumenta considerablemente los efectos de los eventos climáticos extremos. En un escenario de cambio climático, un evento de 1 en 20 años reduciría la producción total de cultivos entre un 12,9 % y un 15,9 % en comparación con los últimos cinco años (gráfico 3.2), con pérdidas superiores al 10 % en todos los cultivos analizados. Las pérdidas también son heterogéneas entre departamentos: en general, son mayores en los departamentos menos especializados en agricultura y más en la explotación ganadera. Esto indica que el cambio climático reduce la capacidad de ampliar los cultivos y refuerza su dependencia de la producción de carne vacuna (Ecoclimasol, 2023).

Aunque la continua expansión de las parcelas podría compensar los efectos negativos del cambio climático sobre la producción de cultivos, esto aumentaría la deforestación. Los cultivos se expandieron con rapidez en Paraguay durante las últimas dos décadas. La producción aumentaría gracias a la expansión constante sobre los pastizales y bosques restantes en el este de Paraguay y en las zonas del oeste del país que se consideran aptas para el cultivo, a pesar de los efectos negativos del cambio climático (Henderson et al., 2021; Ecoclimasol, 2023). Sin embargo, esto agravaría el problema de la deforestación por sus efectos directos e indirectos (Pendrill et al., 2019).

La inversión en la gestión de los recursos hídricos y la agricultura de precisión puede aumentar la productividad del uso del agua y la resiliencia ante las crisis climáticas. Existen diversas opciones para mejorar la gestión de los recursos hídricos en la explotación agrícola, desde simples embalses y cisternas hasta estaciones automatizadas, conectadas a sistemas de riego gestionados de forma centralizada y combinados con equipos de agricultura de precisión. Si bien las simulaciones indican que el cambio climático generará aumentos en la superficie con riego de Paraguay, estos efectos son moderados, ya que el país experimentará, como máximo, un aumento del 30 % en la superficie con riego en comparación con los escenarios sin cambio climático (gráfico 3.3) (GCAM, 2023). Una interpretación de estos resultados apunta a que la adopción del riego se ve limitada, en especial, entre los pequeños agricultores, por una combinación de escala y costos iniciales. Las iniciativas para promover las inversiones a nivel comunitario, combinadas con un mejor acceso al crédito, podrían ayudar a superar este problema.

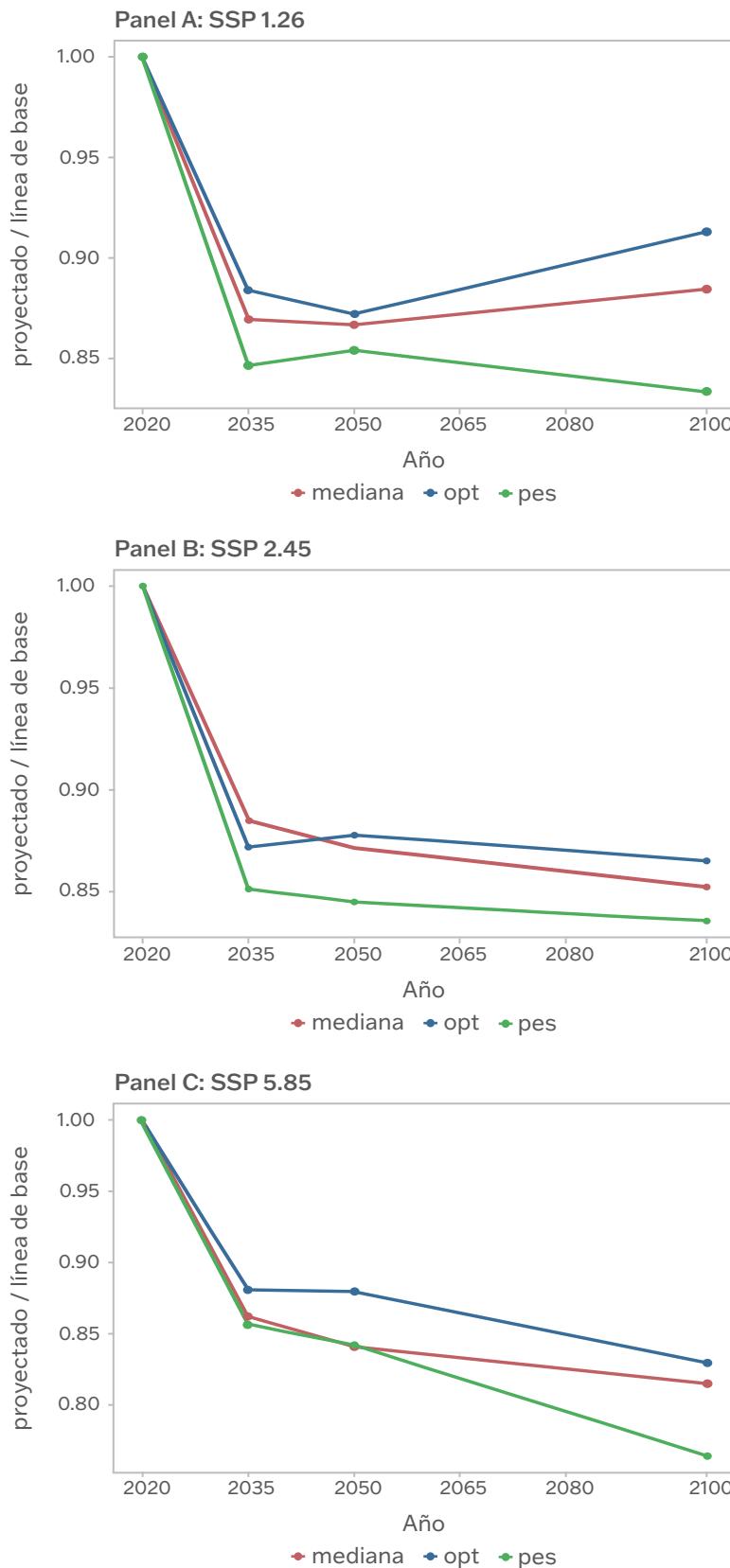
GRÁFICO 3.1. Efectos del cambio climático en los rendimientos (año típico)



Fuente: Ecoclimasol, 2023.

Notas: En cada gráfico, se muestra la productividad prevista como fracción de la productividad de referencia.

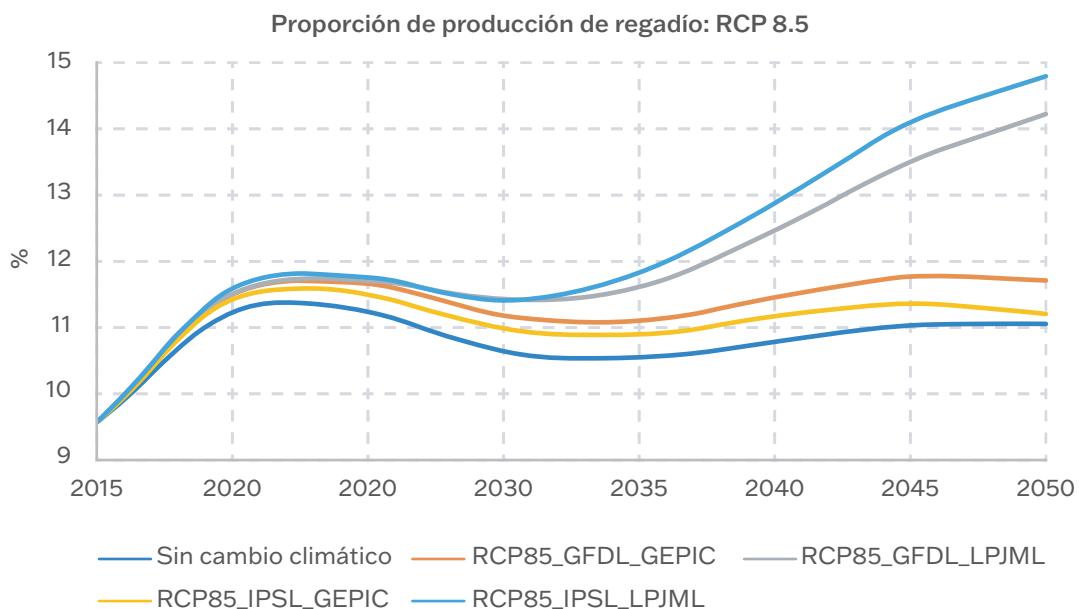
GRÁFICO 3.2. Efectos del cambio climático en los rendimientos (crisis de 1 en 20 años)



Fuente: Ecoclimasol, 2023.

Notas: En cada gráfico, se muestra la productividad prevista como fracción de la productividad de referencia.

GRÁFICO 3.3. Cambios en el riego (SSP 5.85)



Fuente: GCAM 2023.

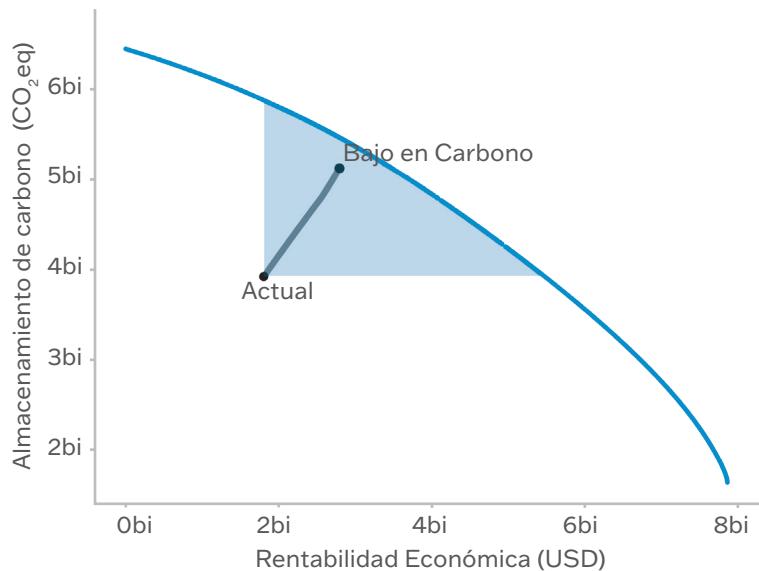
Notas: Cada línea representa un modelo climático diferente. La línea azul oscuro representa un escenario sin impactos climáticos.

3.1.2. La descarbonización de la agricultura

Las ineficiencias en el uso de la tierra en Paraguay crean oportunidades para aumentar la producción agrícola y reducir las emisiones simultáneamente. El uso de la tierra genera dos productos diferentes: bienes agrícolas (como cultivos, carne vacuna, productos lácteos y madera) y servicios ecosistémicos (como el almacenamiento de carbono, la diversidad biológica y la protección de las cuencas hidrográficas). Si el uso de la tierra es eficiente, se produce una compensación entre estos resultados, ya que los usos de la tierra de alta producción no suelen generar muchos servicios ecosistémicos (y viceversa). En cambio, si el uso de la tierra es ineficiente, esta compensación se rompe y es posible aumentar la producción agrícola y los servicios ecosistémicos de manera simultánea. Los modelos económicos y ecosistémicos integrados indican que el uso de la tierra en Paraguay es bastante ineficiente; esto crea múltiples posibilidades para aumentar tanto la producción agrícola como el almacenamiento de carbono (gráfico 3.4) (Hawthorne et al., 2023).

La transición hacia un sector agrícola más productivo y con menos uso del carbono exige un cambio sustancial en el uso de la tierra. Los movimientos hacia la frontera de la eficiencia implican reducir los pastizales de baja productividad, los bosques plantados y las zonas de usos múltiples para permitir la restauración de los bosques y la expansión de las tierras de cultivo de alta productividad. (Hawthorne et al., 2023). Las magnitudes dependen de la transición considerada. En el escenario de bajas emisiones de carbono, las tierras de cultivo aumentan en 4,7 millones de hectáreas y se restauran 10,8 millones de hectáreas de bosques, mientras que las tierras de pastoreo disminuyen en 6,2 millones de hectáreas, los bosques plantados en 5,3 millones de hectáreas y las zonas de usos múltiples en 4,0 millones de hectáreas (gráfico 3.5). Los beneficios económicos y ambientales asociados a una mayor eficiencia en el uso de la tierra son elevados, la producción agrícola aumenta más del doble y las emisiones de metano y el almacenamiento neto de carbono disminuyen en un tercio y un cuarto, respectivamente Sin embargo, promover esta transformación requiere inversiones importantes, valoradas en alrededor del 50 % del PIB agrícola actual (Hawthorne et al., 2023).

GRÁFICO 3.4. Trayectorias para aumentar la eficiencia en el sector del uso de la tierra

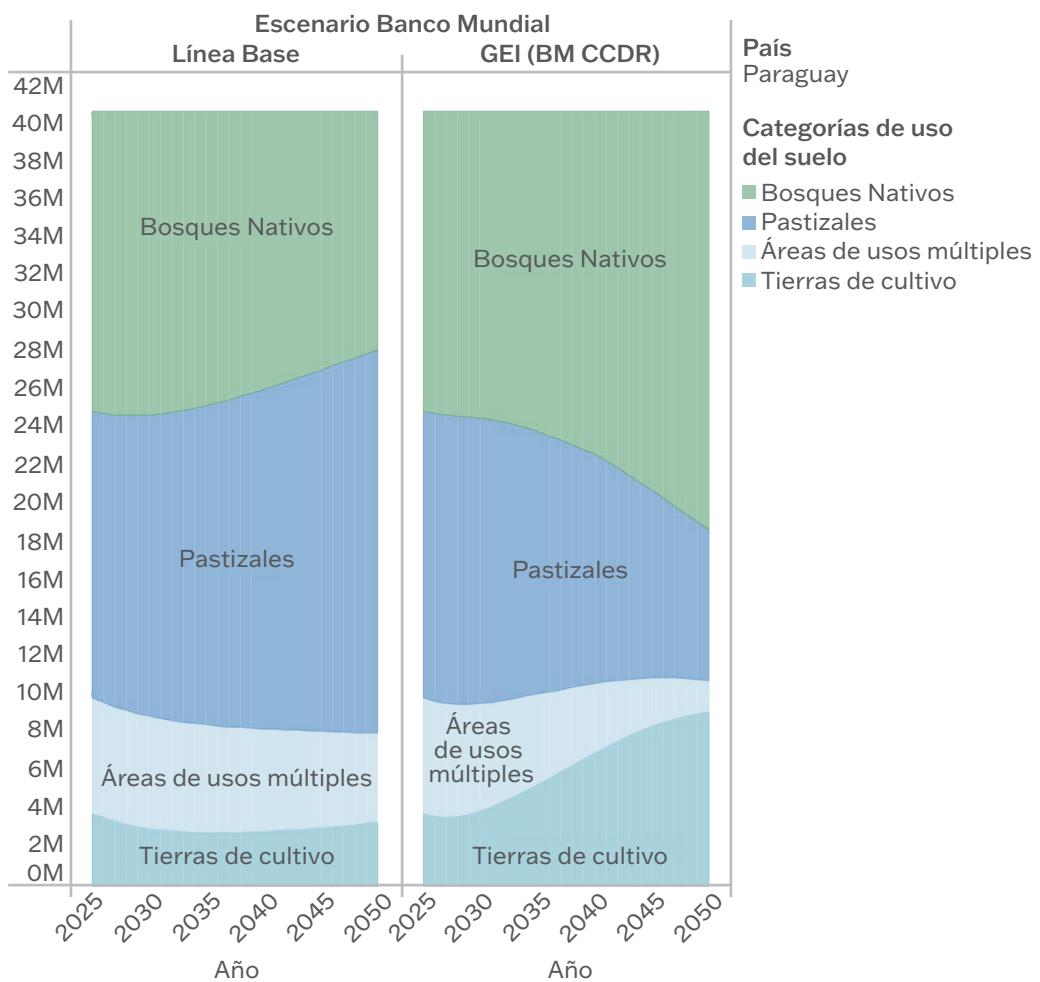


Fuente: Hawthorne et al., 2023.

Notas: La línea azul continua representa las combinaciones de rendimiento económico y almacenamiento de carbono que se podrían alcanzar si el sector del uso de la tierra fuera eficiente. El área sombreada representa las trayectorias para aumentar la producción agrícola y el almacenamiento de carbono de forma simultánea. La línea gris representa las trayectorias con bajas emisiones de carbono que se utilizan en este informe.

La transición de la deforestación a la forestación requiere grandes cambios en los incentivos. Los servicios ecosistémicos generados por los bosques son bienes públicos y difíciles de monetizar. Por lo tanto, pasar de la deforestación a la forestación requiere grandes cambios en los incentivos, siendo una gobernanza forestal más fuerte y mejores instrumentos económicos la clave para promover este cambio. Modernizar los instrumentos jurídicos para eliminar las ambigüedades de la legislación actual y aumentar la capacidad de seguimiento e imposición de las principales agencias ambientales del país (MADES y el Instituto Forestal Nacional [INFONA]) es importante para proporcionar un mejor marco regulatorio para controlar la deforestación (Banco Mundial, 2020). A corto plazo, el Gobierno podría ofrecer incentivos financieros a través de políticas fiscales, aunque, a mediano y largo plazo, estos incentivos podrían provenir cada vez más de los mercados de carbono. La ley de créditos de carbono, recientemente promulgada, sienta las bases para el desarrollo de los mercados de carbono en el país al crear el marco normativo para la certificación y comercialización de los créditos de carbono.

GRÁFICO 3.5. Transiciones del uso de la tierra en un escenario de bajas emisiones de carbono



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial basados en datos del modelo SiSiPuede (panel izquierdo) y de Hawthorne et al. (2023) (panel derecho).

Con la reforestación aumentará el acceso de los productos agrícolas de Paraguay a los mercados. La exposición a las regulaciones recientemente promulgadas por la Unión Europea es mínima, ya que el país tiene múltiples posibilidades de sustitución, y la Unión Europea no es uno de los principales destinos de sus exportaciones (ver gráfico 1.7 y Conte Grand, 2023). Sin embargo, su exposición podría aumentar de manera exponencial si otros importadores promulgan reglamentaciones similares (Hsiao, 2022). La transición hacia la forestación podría ayudar a los paraguayos a vender sus productos como libres de deforestación, lo que les daría acceso a más mercados.

Aumentar la productividad ganadera es fundamental para garantizar que este sector mantenga su relevancia a medida que la agricultura de Paraguay se vuelve más productiva y con menos emisiones de carbono. Las pasturas convertidas en tierras de cultivo y bosques autóctonos en las simulaciones se encuentran entre las más productivas del país. Lograr que las tierras de pastoreo que quedan en el país sean tan productivas como las que se han reconvertido sería suficiente para mantener la producción de carne vacuna en más del 80 % de su nivel original, pese a la reducción de más del 40 % de las tierras de pastoreo. La mejora de la calidad de las pasturas y la cría, junto con la suplementación de la dieta, podría bastar para garantizar estos aumentos de productividad (Nin-Pratt et al., 2019; Bragança et al., 2022).

Otros cambios en la producción (por ejemplo, la adopción de sistemas integrados de ganadería, cultivo y silvicultura) podrían aumentar aún más la productividad y reducir la disminución prevista de las tierras de pastoreo durante la transición hacia un uso más eficiente de la tierra.

El sector privado está empezando a utilizar herramientas diseñadas para apoyar las prácticas empresariales sostenibles y basadas en evidencias. La adopción de herramientas y normas para las mejores prácticas de gestión es un motor importante para mejorar la productividad. En este contexto, la Mesa Paraguaya de Carne Sostenible (MPCS) está promoviendo el uso del Sistema de Autoevaluación de Ganadería Sostenible (SAGAS). Esta herramienta de autoevaluación gratuita, en línea y voluntaria permite a los productores ganaderos identificar factores de mejora que agreguen valor a sus procesos en términos de viabilidad económica, social y ambiental. Del mismo modo, la Mesa de Finanzas Sostenibles (MFS) de Paraguay está promoviendo el uso de ASIST-CHACO, una herramienta diseñada para ayudar a las instituciones financieras a tomar decisiones relativas a las inversiones sostenibles en la región del Chaco.

La construcción de la planta de celulosa Paracel, de USD 3500 millones, la mayor inversión privada de Paraguay hasta la fecha, podría revolucionar el sector forestal. En la actualidad, el sector forestal no contribuye de forma importante a la economía debido a la baja productividad actual del sector, consecuencia de una normativa compleja y brechas de conocimientos (Banco Mundial, 2020). Como resultado, la silvicultura en Paraguay está dominada por productores pequeños e informales, centrados principalmente en aprovechar la demanda de leña (Columbia, 2019). El aserradero Paracel podría cambiar este escenario, al proporcionar una demanda confiable para un sector forestal sostenible y comercial, lo que aumentaría la productividad. Probablemente, este escenario revertiría la disminución de la silvicultura prevista durante la transición hacia un uso más eficiente de la tierra. Sin embargo, la ampliación del sector de la silvicultura sostenible y comercial requerirá intervenciones para gestionar los cuellos de botella en el financiamiento, el conocimiento, las reglamentaciones y otras áreas.

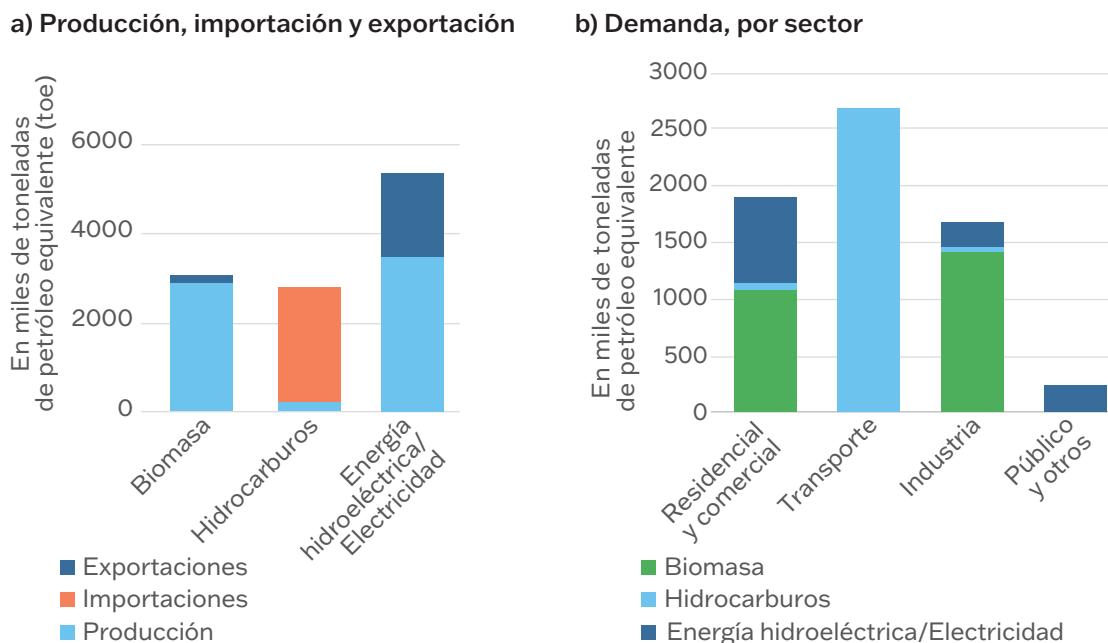
3.2. Adaptación del sistema eléctrico a los efectos del cambio climático y a una mayor demanda de electricidad

MENSAJES PRINCIPALES

- El sistema energético de Paraguay depende en gran medida de la energía hidroeléctrica, pero también de la biomasa. El acceso a la electricidad es casi universal, pero las pérdidas por transmisión y distribución son elevadas.
 - Se prevé que el cambio climático provoque un aumento de la demanda de energía y podría reducir el suministro hidroeléctrico debido a sequías graves. Se necesitan inversiones adicionales para que el sistema sea más resiliente a los eventos climáticos extremos.
 - La adopción de soluciones de eficiencia energética, la electrificación del transporte y la eliminación progresiva del uso de biomasa en la industria generaría beneficios económicos y climáticos. Aprovechar la inversión privada en energía solar y eólica, y en almacenamiento en baterías ayudaría a Paraguay a diversificar su matriz eléctrica.
-

El sistema energético de Paraguay depende de la energía hidroeléctrica nacional, la producción de biomasa y la importación de combustibles fósiles⁵⁵. Por el lado de la oferta, en 2021, el 52,5 % de la energía producida en Paraguay fue de origen hidroeléctrico; el 47,3 %, de biomasa; y el 0,2 %, de hidrocarburos verdes (etanol y biodiésel). La mayor parte de la energía que Paraguay exporta (el 94 %) es de origen hidroeléctrico. Las importaciones de energía, por otro lado, provienen en un 100 % de hidrocarburos grises: principalmente diésel y gasolina para el sector del transporte (gráfico 3.6, panel A). Por el lado de la demanda, en 2021, el sector del transporte utilizó combustibles fósiles y biocombustibles; los sectores residencial e industrial, una mezcla de electricidad y biomasa (57 % de biomasa en el sector residencial y 85 % de biomasa en el sector industrial); y el sector público, electricidad (gráfico 3.6, panel B). El acceso a la electricidad en Paraguay es alto con un 99,6 % en las zonas urbanas y un 99,2 % en las áreas rurales, aunque aún se necesita seguir investigando para conocer la demanda de las comunidades aisladas y mejorar el servicio en las regiones productivas que tienen una capacidad limitada de transmisión y distribución.

GRÁFICO 3.6. Energía en Paraguay



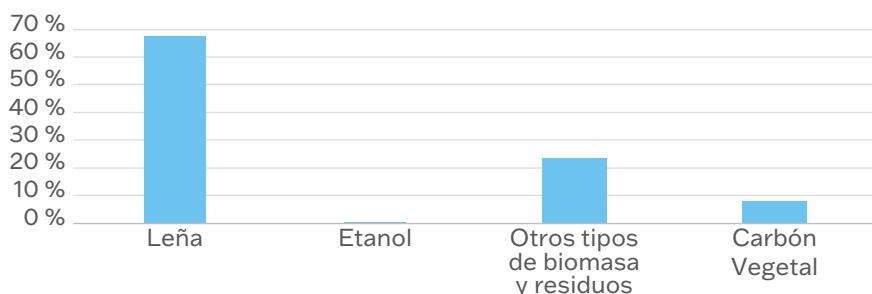
Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos del Balance energético nacional 2022.

La mayor parte del consumo de biomasa de Paraguay se considera no sostenible. Paraguay tiene el mayor porcentaje de consumo de biomasa, “combustibles renovables y residuos”, de América del Sur y, según las estadísticas de energía de las Naciones Unidas, fue el mayor productor de leña per cápita de la región en 2018, ya que produjo casi el doble que Brasil y 12 veces más que Argentina (División de Estadística de las Naciones Unidas, 2020). En 2021, según el *Balance energético nacional 2021*, el sector industrial fue el mayor consumidor de biomasa, con un 56,4 % (aproximadamente la mitad de ese porcentaje se destinó a los productos de la caña de azúcar en la industria azucarera), seguido por el sector residencial (42,7 %), que constituye la mayor parte de la demanda de leña y carbón vegetal para cocinar y calefaccionar, en especial, en las zonas rurales⁵⁶. Tres cuartas partes de este consumo de biomasa proviene de bosques nativos y se considera no sostenible (Viceministerio de Minas y Energías [VMME], 2019).

⁵⁵ Balance energético nacional 2022,
https://minasyenergia.mopc.gov.py/pdf/balance2022/BEN%202022_Estadistico_VF.pdf.

⁵⁶ Según la Universidad de Columbia (2021), el uso industrial de la biomasa se reparte entre la industria azucarera (49 %), la fabricación de cerámica y ladrillos (25 %) y el proceso de secado de cereales (10 %), entre otros sectores.

GRÁFICO 3.7. Consumo de biomasa en Paraguay, por fuente (2021)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos del [Balance energético nacional 2022 de Paraguay](#).

Paraguay ha adoptado políticas para hacer frente al uso de biomasa no sostenible, principalmente para regular el consumo de leña en el sector industrial, pero aún queda mucho por hacer. En el Decreto 4056/2015 sobre la certificación de biomasa con fines energéticos, se establecen las vías legales para garantizar la sostenibilidad de las fuentes de energía renovables mediante la certificación, el control y la promoción de la bioenergía. Según el decreto, los organismos gubernamentales deben verificar el origen de la biomasa que se utiliza a nivel industrial y residencial, y multar a las empresas que compren madera, carbón vegetal u otros tipos de biomasa ilegales. Sin embargo, se ha postergado la aplicación del programa de certificación, que obliga a certificar un porcentaje del consumo total de biomasa (CCSI, Universidad de Columbia y CRECE, 2021). El gobierno pretende sustituir el decreto para crear el registro de usuarios industriales de biomasa y establecer los requisitos previos para el uso de biomasa en 2024 (FMI, 2024).

Una de las principales razones del elevado consumo de biomasa en el país es la disponibilidad de fuentes no sostenibles de leña a un precio inferior al de la electricidad, que ya se encuentra entre los más bajos de la región. Si bien el precio de la leña aumentó durante la última década, aún representa apenas una fracción de las tarifas de electricidad, si se lo convierte en kilovatios hora (kWh) (Fondo Verde para el Clima, 2018). En 2022, el precio de la electricidad (incluida la potencia, la distribución y los impuestos) era de USD 0,055/kWh para los hogares y USD 0,046 para las empresas; esto es significativamente inferior al precio promedio mundial de la electricidad para ese período, que era de USD 0,159/kWh para los hogares y USD 0,164 para las empresas (Global Petrol Prices, 2022). De hecho, Paraguay ocupa el puesto 29 entre los 230 países con el precio promedio de la electricidad más asequible y el segundo más asequible de América del Sur, después de Argentina⁵⁷. Este bajo costo se debe al sistema de generación de electricidad de Paraguay, basado en la energía hidroeléctrica; los costos de generación de la ANDE eran en promedio de USD 0,02/kWh en 2019 y aumentaron a USD 0,03/kWh en 2021, debido a la sequía⁵⁸.

El sistema eléctrico de Paraguay depende totalmente de la energía hidroeléctrica y es el mayor exportador neto de electricidad de América Latina. La producción de electricidad procede de estas tres represas hidroeléctricas:

- » **Itaipú Binacional:** esta entidad, que opera bajo el derecho internacional público entre Paraguay y Brasil, es responsable del uso hidroeléctrico conjunto de los recursos hídricos del río Paraná. La represa tiene una capacidad instalada de 14 000 megavatios (MW), la mitad de los cuales corresponde a Paraguay. Los Gobiernos de ambos países tienen una participación igualitaria en la administración y los derechos de adquisición de la energía,

⁵⁷ <https://www.cable.co.uk/energy/worldwide-pricing/>.

⁵⁸ Paraguay aplica un subsidio a la electricidad para usuarios de bajo consumo (0–300 kWh/mes), lo que representó el 0,02 % del PIB en 2019 (Agencia Internacional de Energías Renovables [IRENA], 2021, y ANDE, 2022).

que se gestionan a través de la ANDE por el lado paraguayo y la *Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional* (ENBpar) y *Centrais Elétricas Brasileiras* (Eletrobras) por el lado brasileño (Itaipú Binacional, 2021).

- » **Central Hidroeléctrica Yacyretá:** construida sobre los saltos de Jasyretâ-Apipé en el río Paraná, entre la ciudad paraguaya de Ayolas y la provincia argentina de Corrientes, esta represa tiene 808 metros de largo y una capacidad instalada de 3200 MW, la mitad de los cuales corresponden a Paraguay⁵⁹.
- » **Represa Acaray:** esta represa hidroeléctrica ubicada en Hernandarias, Paraguay, tiene una capacidad instalada de 210 MW y suministró el 1,8 % de la electricidad de Paraguay en 2019.

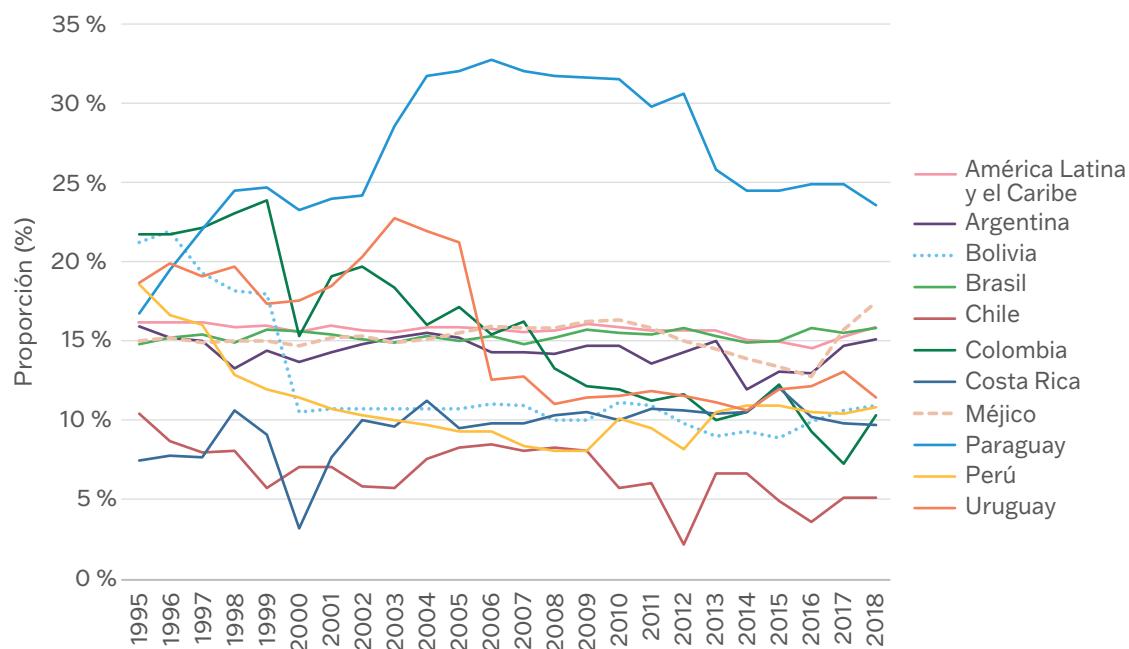
El sistema eléctrico de Paraguay experimenta constantemente fallas en los sistemas de transmisión y distribución; esto genera pérdidas de electricidad mayores que en otros países de la región, que pueden verse exacerbadas por el cambio climático. Según la ANDE, en 2021, el sistema eléctrico registró 26,2 % de pérdidas (4,7 % en la transmisión y 21,5 % en la distribución, en su mayoría por robos a través de conexiones ilegales)⁶⁰. Las pérdidas en 2018 (23,6 %) fueron superiores al promedio del 15 % de América Latina y el Caribe, y sistemáticamente superiores a la mayoría de sus pares regionales (gráfico 3.8). Las pérdidas totales del sistema representan un déficit de ingresos estimado de USD 163 millones al año para la ANDE, si se considera la tarifa nacional promedio de 2019 y las pérdidas residuales del 10 % (CCSI de la Universidad de Columbia y CRECE, 2021). Sin intervención, estas pérdidas podrían agravarse como consecuencia de los eventos climáticos extremos. Las condiciones climáticas extremas provocan la activación de dispositivos de protección de las líneas, lo que da lugar a la interrupción del servicio de electricidad, como la que se produjo en Asunción cuando las temperaturas superaron los 42 °C en septiembre de 2020 (CCSI de la Universidad de Columbia y CRECE, 2021).

Las grandes pérdidas de distribución pueden impedir que las empresas privadas de energías renovables inviertan en eficiencia energética y modernización. Las pérdidas de transmisión en Paraguay se deben principalmente a la falta de líneas de alta tensión. El Plan Maestro de Transmisión del país para el período 2021–2030 tiene como objetivo abordar este problema mediante la instalación de líneas de transmisión de 500 kilovoltios (kV); se prevé que estas líneas reducirán las pérdidas a un 3 % en 2030 (ANDE, 2021). Las pérdidas técnicas de distribución se deben, en su mayoría, a que la infraestructura de distribución está funcionando cerca de sus límites técnicos y térmicos, y a interrupciones del servicio causadas por crisis o excesos de demanda. Las pérdidas de distribución no técnicas se deben al robo de electricidad mediante conexiones ilegales a la red, la manipulación de los medidores de consumo, los errores de contabilidad y registro, y la falta de pago por parte de los usuarios. Para hacer frente a una parte de estas pérdidas, la ANDE ha trabajado en la sustitución de medidores obsoletos. Otras medidas serían el uso de nuevas tecnologías, como drones, para supervisar las líneas de transmisión a bajo costo, y sensores que proporcionen información sobre el estado de las líneas de transmisión y distribución, por ejemplo, midiendo la tensión (Organismo Internacional de Energía [OIE], 2017). Para priorizar las intervenciones, se necesitan otros estudios que identifiquen cuáles son los grupos de usuarios y las ubicaciones que contribuyen más a las pérdidas, en especial, en el segmento de la distribución.

⁵⁹ <https://www.eby.gov.py/central-hidroelectrica-eby/>.

⁶⁰ ABC Color (2022). La ANDE pierde 5 % en transmisión y 12 % en distribución de electricidad, estiman (17 de mayo), <https://www.abc.com.py/nacionales/2022/05/17/la-ande-pierde-5-en-transmision-y-12-en-distribucion-de-electricidad-estiman/>.

GRÁFICO 3.8. Proporción de pérdida de electricidad/suministro total de electricidad



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos provenientes de <http://sielac.olade.org/>.

3.2.1. Preparación para una producción de energía hidroeléctrica más variable

La producción de energía hidroeléctrica se vio afectada de manera negativa por la reciente sequía. En 2021, la cuenca del río Paraná registró la menor afluencia al embalse en la historia de la Central Hidroeléctrica de Itaipú (CHI), con un promedio de 6932 metros cúbicos por segundo, un 39 % menos que el caudal promedio anual histórico para el período 1983–2020. La producción de la CHI fue un 13,1 % inferior a la de 2020, un 16,5 % inferior a la de 2019 y un 31,3 % inferior a la de 2018 (Itaipú Binacional, 2021). En las otras dos represas se registraron situaciones similares: en 2021, Acaray alcanzó solo el 30 % de su producción anual habitual de energía, debido al bajo caudal del río Paraná (Última Hora, 2021), y Yacyretá registró el caudal medio más bajo de su historia en febrero de 2022 (Bnamericas, 2021).

Si bien en diferentes estudios y escenarios se calcula que la producción promedio anual de energía hidroeléctrica podría disminuir en un 10 % o aumentar hasta en un 6 % para 2050, Paraguay es un país muy vulnerable a la variabilidad interanual del caudal de los ríos, y la generación de energía hidroeléctrica en la estación seca podría reducirse en un 25 % para finales de siglo. Varios estudios han evaluado los efectos futuros del cambio climático en la producción de energía hidroeléctrica en Paraguay, utilizando diferentes datos y métodos. En los estudios revisados en este CCDR, se presentan una amplia gama de conclusiones, que incluyen tanto el aumento como la disminución del caudal y del potencial o la producción de energía hidroeléctrica. La forma de tratar la incertidumbre climática en estos estudios varía enormemente, ya que, en algunos, se incluyen grandes conjuntos de proyecciones, mientras que, en otros, solo se incluyen unos pocas. Al mismo tiempo, en pocos casos se tiene en cuenta explícitamente la variabilidad climática a gran escala (es decir, el fenómeno de ENOS, la Oscilación Decadal del Pacífico y la Oscilación Multidecadal del Atlántico), los cambios conocidos en los extremos o la variabilidad interna del clima o de otros factores claves del comportamiento del sistema, como la demanda de electricidad. En la mayoría de los casos, no se tienen en cuenta otros factores importantes del comportamiento del sistema, como el uso del agua río arriba o la cobertura del uso de la tierra que, según los estudios realizados, tienen un efecto importante sobre el caudal (Abou Rafee et al., 2022; Lee et al., 2018); tampoco se tienen en cuenta las operaciones pormenorizadas de las represas ubicadas aguas arriba

ni la naturaleza estocástica de la futura demanda de electricidad, incluidos los picos. Esto no implica que sus conclusiones no sean válidas, sino que subraya las limitaciones claves para su interpretación. Tener en cuenta estos factores e incluir toda la gama de posibles incertidumbres climáticas futuras garantizará que, en la evaluación de alternativas de planificación específicas, se pueda dar prioridad a las opciones más sólidas.

Dar prioridad a la diversificación de las fuentes de producción de electricidad y a las recomendaciones sobre la seguridad hídrica detalladas en la sección 3.4 puede ayudar a aumentar la resiliencia del sector de la energía hidroeléctrica. Esto incluye operar los embalses en función de la variabilidad y tener en cuenta futuros cambios en las precipitaciones en Paraguay, en la planificación de futuras inversiones. Paraguay también puede aprovechar su gran potencial de producción de energía solar para diversificar la matriz energética y reducir los riesgos relacionados con el clima. Al actuar como una batería, la energía hidroeléctrica puede respaldar la rápida expansión de la electricidad solar en Paraguay sin necesidad de generar una gran capacidad de almacenamiento de energía, aprovechando la complementación entre la energía hidroeléctrica y la solar, y logrando un precio competitivo. Por último, el aumento de los esfuerzos destinados a regular la demanda a través de medidas de eficiencia energética y reducir las pérdidas del sistema también podría disminuir la necesidad de una futura expansión del suministro eléctrico.

3.2.2. Preparación para una mayor demanda

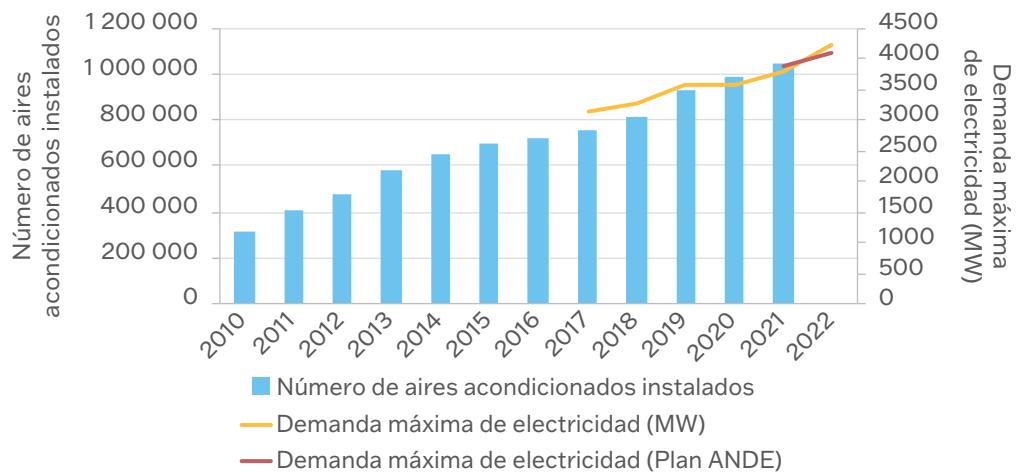
Según las proyecciones de demanda de la ANDE, con la capacidad instalada actual, el sistema alcanzará un margen de reserva de generación del 12 % en 2033, muy cerca del mínimo aceptable del 10 % que estableció el gobierno de Paraguay. Por ello, en el Plan Maestro 2021–2040 de la ANDE, se propone realizar nuevas inversiones en generación y transmisión de electricidad para satisfacer el crecimiento de la demanda máxima con un margen de reserva de generación razonable (10 %) y aumentar la fiabilidad del suministro⁶¹. Con la nueva capacidad de generación propuesta en el Plan Maestro, el margen de reserva debería alcanzar el 35 % en 2030 y descender al 13 % en 2040. Se prevé que el Plan Maestro hasta 2030 cueste aproximadamente USD 6300 millones (o USD 4900 millones si se utiliza una tasa de descuento del 6 %), de los cuales USD 1200 millones se destinarán a la generación; USD 3000 millones, a las inversiones en transmisión; y USD 2100 millones, a la distribución. Las inversiones hasta 2040 costarán USD 3500 millones (USD 2000 millones con una tasa de descuento del 6 %) (Gobierno de Paraguay, 2021).

La elevada penetración de los equipos de aire acondicionado en Paraguay es un factor clave para el aumento de la demanda de electricidad. En 2019, la potencia de refrigeración representó el 16,8 % del consumo de electricidad en Paraguay, lo que equivale a una carga media de 328 MW (CCSI/SEAS/CRECE, 2021), y el 49,6 % de los hogares (el 63,5 % en las zonas urbanas y el 26,4 % en las zonas rurales) tenían equipos de aire acondicionado (Salomón Ayala, 2022). En 2021, el 95 % de la población de Asunción y del departamento Central tenía al menos un equipo de aire acondicionado, el 65 % tenía al menos dos, y los hogares de ingreso alto tenían el doble que los hogares de ingreso bajo (VMME/MIC/MIEM/MOE, 2021). Como no hay licencia para fabricar equipos de aire acondicionado en Paraguay, todos son importados, y el 78 % de ellos proviene de China. La cantidad de equipos de aire acondicionado en Paraguay aumentó de forma constante (según VMME/MIC/MIEM/Clérk, 2020), y existe una relación positiva entre los equipos de aire acondicionado instalados y la demanda de electricidad (gráfico 3.9). En el período 2019–2021, el 36 % de la demanda pico de electricidad se originó en los equipos de aire acondicionado y, en un

⁶¹ En este Plan, la ANDE parte de una tasa promedio de crecimiento anual de la demanda del 4,88 % durante el período 2021–2040 (y del 5,9 % durante el período 2021–2030).

escenario de línea base, esta cifra podría aumentar hasta el 42 % para 2030 (Salomón Ayala, 2022)⁶². Evaluar el desempeño técnico de las unidades de aire acondicionado en el mercado sería un primer paso para comprender las posibles soluciones a este problema. El Gobierno también se ha comprometido a implementar normas de eficiencia para los electrodomésticos que más energía consumen, incluido el aire acondicionado, en 2024 (FMI, 2023).

GRÁFICO 3.9. Equipos de aire acondicionado instalados y demanda pico de electricidad en Paraguay (2010–2020)

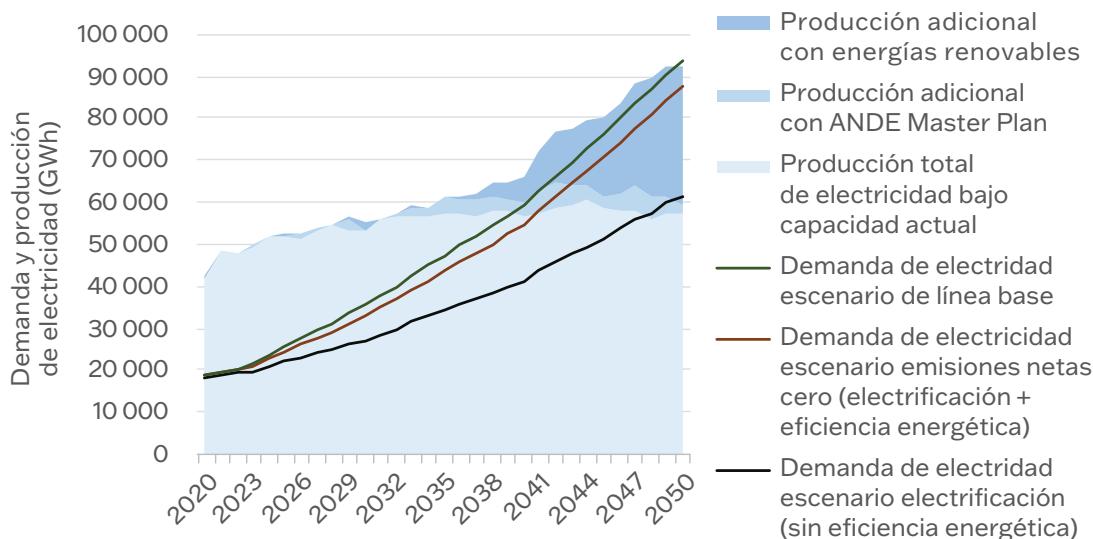


Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos de Salomón Ayala (2022).

La electrificación del transporte y la sustitución del consumo de biomasa por electricidad también aumentarían el consumo de electricidad y harían que el Plan Maestro de la ANDE fuera insuficiente para satisfacer la demanda después de 2040. Se calcula que, si la energía obtenida a través de la leña y el carbón vegetal se hubiera sustituido por electricidad en 2019, esa demanda prácticamente se triplicaría (CCSI de la Universidad de Columbia y CRECE, 2021). La electrificación total del transporte para 2050 también podría aumentar el consumo de electricidad en unos 13,2 teravatios hora (TWh), en comparación con el escenario de línea base (véase la sección 3.5). En conjunto, la electrificación parcial del uso de la biomasa (en los sectores industrial y residencial) y del sector del transporte aumentaría el consumo de electricidad en 33 TWh en 2050, lo que haría que el Plan Maestro de la ANDE fuese insuficiente para satisfacer la demanda futura, y se requerirían inversiones adicionales en generación de energía o importaciones de electricidad de los países vecinos (gráfico 3.10).

⁶² Para este cálculo, el autor asume lo siguiente: a) la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado instalados es similar a la de los equipos importados; esta conclusión se basa en encuestas de hogares que demuestran que, en 2021, se instalaron 1044 millones de unidades de aire acondicionado en Paraguay, y, según la proporción de las importaciones, el 36 % son de categoría A; el 27 %, de categoría B, el 36 %, de categoría C; y el 1 %, de categoría D; b) la cantidad de equipos de aire acondicionado se incrementará a 2546 millones en 2030 de acuerdo con los aumentos de temperatura pronosticados; y c) la proporción de cada categoría se mantiene igual en el escenario de línea base

GRÁFICO 3.10. Producción y demanda de electricidad en Paraguay, en distintos escenarios (2020–2050)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos de CCSI de la Universidad de Columbia y CRECE, 2021.

El uso de carbón vegetal y leña sigue siendo prevalente en Paraguay, ya que el 21 % de la población urbana y el 71 % de la población rural utilizan estos combustibles para cocinar (Troncoso y Smith, 2019). En total, el 40 % de la población utiliza biomasa para cocinar. En el escenario de cero emisiones netas, la mayor parte de la biomasa utilizada para cocinar se sustituye por cocinas eléctricas, y el consumo de biomasa en el sector industrial se reduce en un 22 %. Las mayores reducciones procederían del sector del papel y la impresión (64 %), las bebidas y el tabaco (59 %), la refrigeración (59 %) y el sector textil y del cuero (56 %) (CCSI de la Universidad de Columbia y CRECE, 2021).

En Paraguay, hay pocos incentivos para fomentar la eficiencia energética. El Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE) se creó en 2011 y su Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEE) se publicó en 2014. Este plan incluye las normas de construcción y etiquetado de electrodomésticos, pero su ejecución está retrasada. Los Indicadores de Políticas sobre Energía Sostenible (RISE) son un conjunto de indicadores que ayudan a comparar las políticas nacionales y los marcos regulatorios en materia de energía sostenible, ya que proporcionan una imagen rápida de las políticas y las reglamentaciones de un país en el sector de la energía. En lo que respecta a la eficiencia energética, Paraguay tiene una calificación de 28/100, y, en el informe de los RISE, se identifican carencias en capital humano e instituciones, incentivos y mandatos para promover la eficiencia energética en todos los sectores; mecanismos financieros para alcanzar la eficiencia energética; sistemas de etiquetado energético y códigos de construcción en materia de energía⁶³. Otros desafíos son el bajo precio de las tecnologías poco eficientes desde el punto de vista energético, los bajos niveles de concientización de los usuarios y la falta de interés de los sectores público y privado para invertir en eficiencia energética. La creación de una oficina dedicada a la eficiencia energética dentro del Ministerio de Energía, con la responsabilidad de desarrollar una estrategia de eficiencia energética en todos los sectores de la economía, podría ayudar.

Sin embargo, existe un gran potencial de eficiencia energética para mitigar el futuro aumento de la demanda de electricidad. La sustitución de electrodomésticos en Paraguay podría suponer un ahorro acumulado del 26 % para 2040, y los cambios en las condiciones térmicas de los edificios podrían reducir el sobrecalentamiento en un 9 % para 2050, en comparación

⁶³ RISE, Paraguay, <https://rise.esmap.org/country/paraguay> (consultado en mayo de 2023).

con el punto de referencia (Silvero, Rodrigues y Montelpare, 2020). Las mejoras en los sistemas de aire acondicionado también podrían aumentar la eficiencia energética. Según un estudio, el cambio de todos los equipos a la categoría A de eficiencia energética para 2030 podría disminuir la demanda máxima de electricidad en un 3 %, es decir, 229 MW frente a 7749 MW en un escenario de línea base (Salomón Ayala, 2022)⁶⁴. En otro estudio sobre medidas de eficiencia en iluminación, refrigeración, climatización, transformadores y motores eléctricos se observa que, entre 2022 y 2040, la aplicación de medidas de eficiencia energética podría ahorrar de manera acumulativa 13,1 TWh y USD 867 millones en facturas de energía (Unidos por la eficiencia [U4E] del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2022). Para este CCDR, se utilizaron las mejoras de eficiencia energética propuestas por el CCSI de la Universidad de Columbia y el CRECE en 2021, que permiten reducir la demanda de electricidad en un 7 % en 2050, en comparación con el escenario de electrificación a través de: una refrigeración y ventilación mejoradas en el sector residencial; mejores hábitos de consumo de la iluminación, calefacción y refrigeración en los sectores comercial y público; mejoras tecnológicas en el uso de vapor, calor directo, fuerza motriz y refrigeración de los procesos en el sector industrial; sustitución de tractores y tecnologías de producción en el sector agrícola y forestal; y renovación de las flotas de vehículos y adopción de técnicas de conducción eficiente en el sector del transporte.

Las medidas de eficiencia en el sector de la construcción también podrían generar ahorros importantes. Mediante la promoción de las prácticas de construcción sostenible, Paraguay podría generar ahorros de energía, y reducir el consumo de agua y materiales. Las certificaciones de construcción sostenible que ya existen en el país, como la Excelencia en el Diseño para una Mayor Eficiencia (EDGE)⁶⁵, no solo son útiles para las empresas constructoras, sino que también permiten al sector financiero ofrecer hipotecas verdes con condiciones crediticias más favorables para desarrolladores inmobiliarios y usuarios finales. El Gobierno también podría promulgar y ejecutar un código nacional de eficiencia de la construcción, que todos los edificios deban cumplir en un plazo determinado, y fomentar el diseño de viviendas pasivas, en el que se tenga en cuenta el uso de materiales de construcción con bajas emisiones de carbono.

Invertir en energía solar, energía eólica y almacenamiento en baterías después de 2035 ayudará a Paraguay a satisfacer la demanda impulsada por la electrificación. Existen compensaciones entre las nuevas inversiones en energía hidroeléctrica y baterías; al respecto, el CCSI de la Universidad de Columbia y el CRECE (2021) advierten que, si Paraguay se propone seguir siendo un exportador neto de electricidad (o evitar importarla), deberá integrar su mercado eléctrico con el resto de la región e invertir masivamente en nueva generación solar y baterías. Este CCDR utilizó uno de los escenarios propuestos por el CCSI de la Universidad de Columbia y el CRECE (2021), en el que se agregan 24,5 gigavatios (GW) de capacidad solar y 9,5 GW de almacenamiento en baterías entre 2035 y 2050, lo que permitiría al país satisfacer la demanda interna en 2050. Mediante el uso de una tasa de descuento del 6 %, estas inversiones costarían USD 5700 millones, además del Plan Maestro de la ANDE entre 2035 y 2050, con lo que las inversiones totales en suministro eléctrico ascenderían a USD 11 700 millones entre 2022 y 2050 (tabla 3.1).

⁶⁴ La cantidad de unidades de aire acondicionado aumenta de 1044 millones a 2546 millones entre 2021 y 2030, y la demanda máxima del escenario de línea base pasa de 3777 MW en 2021 a 7749 MW en 2030, frente a los 7520 MW del escenario de eficiencia energética.

⁶⁵ <https://edgebuildings.com/edge-excellence-in-design-for-greater-efficiencies/?lang=es>.

TABLA 3.1. Necesidades de inversión en suministro eléctrico en el escenario de cero emisiones netas (con una tasa de descuento del 6 %)

Inversiones	En miles de millones de USD	
	2022-2030	2031-2050
Distribución	1,6	0,1
Transmisión	2,1	0,2
Plan Maestro de la ANDE para generación	1,2	0,8
Generación de energía solar y baterías	0	5,7
Total	4,9	6,8

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de los planes de generación, transmisión y distribución de la ANDE y en base al CCSI de la Universidad de Columbia y el CRECE 2021.

Nota: Los importes de inversión corresponden a todo el período.

Este escenario representa un aumento importante de las inversiones después de 2035, en comparación con el Plan Maestro de la ANDE, y destaca la importancia de la inversión privada en el sector energético. Dado que es poco probable que el sector público pueda hacer frente a los elevados niveles de inversión necesarios para la energía solar (véase el capítulo 5), las inversiones del sector privado pueden complementar las capacidades locales de generación y distribución sin esperar a que se produzca un aumento de la demanda energética. Los acuerdos entre los sectores público y privado podrían mejorar el entorno de negocios y la eficacia de las nuevas leyes, de manera que se puedan priorizar los incentivos, las garantías y los reglamentos adecuados para atraer inversiones en nueva generación de electricidad y estabilidad del suministro eléctrico⁶⁶.

3.3. Adaptación del sistema de transporte fluvial a futuras sequías

MENSAJES PRINCIPALES

- El transporte fluvial en Paraguay es muy vulnerable a las crisis climáticas, estas pueden aumentar los costos logísticos de las vías navegables entre un 10 % y un 40 %. Los costos logísticos de las vías navegables representan alrededor del 2,1 % del PIB.
- Se necesitan urgentemente inversiones para aumentar la resiliencia de las vías navegables en Paraguay, evitar los costos logísticos relacionados con la sequía y contribuir a que las vías navegables sean más seguras y fiables.

3.3.1. Las sequías pueden generar un alto costo económico para el transporte fluvial

Teniendo en cuenta la importancia de las vías navegables en el comercio paraguayo, es vital estar preparados para las sequías. Los ríos Paraguay y Paraná, que sirven como las vías principales para el 92 por ciento de los volúmenes de exportación y el 79 por ciento de los volúmenes de importación, transportan anualmente alrededor de 22 millones de toneladas

⁶⁶La labor de los organismos multilaterales de crédito puede ser especialmente útil para atraer inversión extranjera directa (IED), al tiempo que Paraguay aumenta la profundidad de su mercado financiero interno. Los organismos multilaterales podrían replicar de forma masiva, y ampliar en función de las necesidades de inversión del país, las experiencias locales de financiamiento centradas en las energías renovables y la eficiencia energética, como el financiamiento en condiciones concesionarias de la Agencia Financiera de Desarrollo (AFD) o la línea de crédito del Programa de Financiamiento Sustentable al Sudameris Bank. Contar con un entorno de negocios adecuado que complemente el marco de asociación público-privada actual con un mercado energético local es primordial para crear los incentivos adecuados que aumenten la capacidad solar.

métricas de carga, principalmente para Paraguay, pero también para Brasil y Bolivia. En su mayor parte, las mercancías que se transportan incluyen productos de exportación, como soja, maíz, arroz, trigo, minerales y carne vacuna refrigerada, y productos de importación, como combustibles, vehículos, minerales, contenedores y carga general⁶⁷. Según las proyecciones para el futuro, los volúmenes del transporte fluvial podrían llegar a ser más del doble en 2050⁶⁸.

La vulnerabilidad del transporte fluvial paraguayo ante la sequía quedó demostrada durante la grave sequía de 2019–2023, que marcó el récord de nivel de agua más bajo del río Paraguay en Asunción⁶⁹. Los registros históricos desde 1904 indican que las sequías ocurren con frecuencia en Paraguay, y la más reciente marcó el segundo período más prolongado de niveles de agua por debajo del promedio. En alrededor del 18 % del tiempo registrado históricamente, los niveles de agua cerca de Asunción habrían impedido una navegación normal debido a que se hubiera reducido el calado máximo permitido⁷⁰. Aunque los niveles de agua del río Paraná, por donde circula una proporción menor de la carga total, pueden verse afectados por las condiciones de sequía, las decisiones que tomaron los Gobiernos de Brasil, Paraguay y Argentina en relación con las represas de Itaipú y Yacyretá influyen en los caudales y los niveles de agua del río. Según los modelos climáticos, los futuros patrones de precipitaciones podrían mostrar una mayor variabilidad debido al cambio climático, lo que haría más vulnerable al sector del transporte por vías navegables. Las inundaciones también afectan a la navegación, ya que las barcazas se desplazan más lentamente río arriba y el aumento del nivel del agua compromete el uso de puertos, puentes, faros, señalización y otras infraestructuras. Sin embargo, nuestra atención sigue centrada en mitigar los efectos de la sequía, ya que las inundaciones suelen perjudicar menos al transporte por las vías navegables.

Las consecuencias económicas de la sequía pueden ser importantes y podrían aumentar entre un 15 % y un 58 % los costos de logística de las cadenas de suministro que dependen del transporte fluvial. En una evaluación detallada que realizó el personal del Banco Mundial, se identificaron escenarios con calados de navegación permitidos variables, que, cuando se reducen, pueden elevar el costo promedio por tonelada de USD 41 a USD 65, según la gravedad de la sequía (tabla 3.2). Estos cambios se deben, sobre todo, a la necesidad de reducir las cargas, cambiar la formación de los convoyes o emplear buques más pequeños cuando el nivel del agua es bajo.

TABLA 3.2. El costo económico de la sequía en el transporte fluvial de Paraguay, en tres escenarios de sequías

Variable	Escenario			
	Base	I	II	III
Nivel de calado (en pies)	10	9	8	7
Volumen de carga (en millones de toneladas)	19,2	18,1	15,6	13,1
Costo de demoras en puerto (porcentaje de variación con respecto al costo básico)	–	+5 %	+10 %	+15 %
Período de almacenamiento más prolongado (en días)	–	15	30	45
Demoras en la navegación (días adicionales)	–	1	2	3
Desvío al transporte en camión (porcentaje del total de contenedores)	–	5 %	10 %	15 %

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial.

Nota: Los escenarios se desarrollaron sobre la base de la relación observada entre los calados de los ríos y los niveles de agua, que se ven afectados por los patrones de precipitación estimados en los escenarios del CMIP. Se calculó que las probabilidades de ocurrencia de los escenarios I, II y III eran del 7,8 %, 5,9 % y 4,6 %, respectivamente.

⁶⁷ Los datos corresponden al promedio de 2019 a 2021.

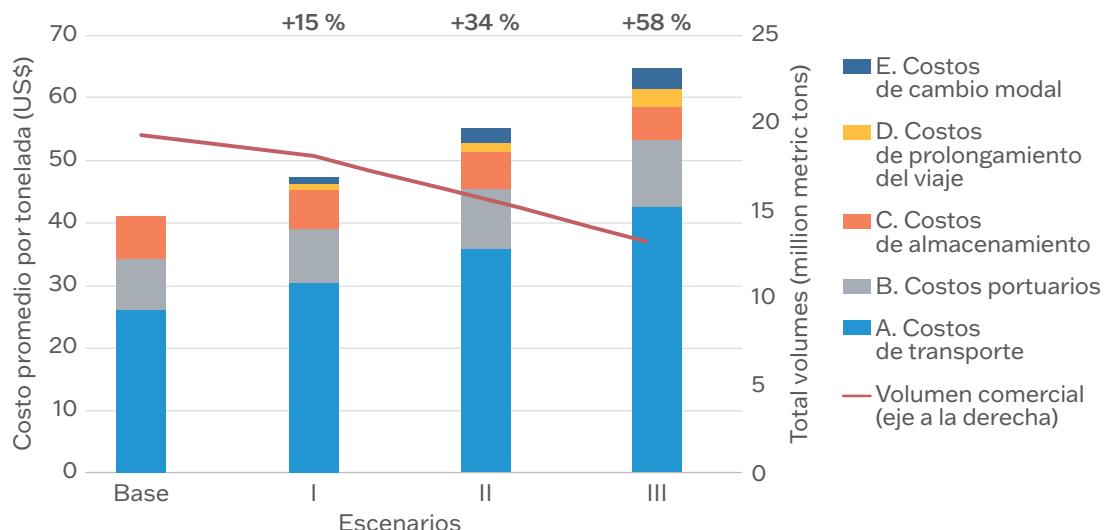
⁶⁸ En estos cálculos, se tienen en cuenta las tasas de crecimiento de los diferentes productos y la carga potencial añadida que se podría transportar por las vías navegables.

⁶⁹ Datos de la Dirección de Meteorología e Hidrología del Paraguay.

⁷⁰ Mediante la correlación de los niveles de agua y la información sobre las restricciones de calado.

Se calculó el costo total al año de la logística del transporte fluvial en Paraguay en 2,1% del PIB durante el período 2019–2022, con un aumento de este costo a causa de la sequía de 0,2 a 1,1 puntos porcentuales en cada año afectado, según la gravedad de la sequía y los cambios en la producción agrícola que impulsan la demanda de transporte. La reducción de la carga, los costos portuarios más altos, el tiempo de almacenamiento más prolongado, la mayor duración de los viajes de ida y vuelta y el cambio parcial del modo de transporte al camión contribuyen de manera directa o indirecta al aumento del costo de la logística del transporte fluvial. En el supuesto de que la reducción de los niveles de calado no siempre se asocie a una disminución de la producción agrícola (y, por tanto, la demanda de transporte no varíe), los costos de logística totales aumentan entre 0,3 y 1,1 puntos porcentuales del PIB en los escenarios I a III. Sin embargo, cuando se asume que los niveles más bajos de calado se asocian con una disminución de la producción agrícola (y, por tanto, la demanda de transporte es menor), el aumento es más reducido, de hasta el 0,2 % del PIB, y el mayor impacto económico se observa en el sector agrícola. En el escenario de sequía más grave, la demanda total de transporte de mercancías disminuye un 32 % (gráfico 3.11).

GRÁFICO 3.11. Costos promedio de la logística para el transporte de soja y demanda de transporte de carga en Paraguay, en tres escenarios de sequía



Fuente: Estimaciones del personal del Banco Mundial.

Los costos asociados al aumento de las necesidades de almacenamiento, los retrasos y la reducción de la productividad portuaria afectan indirectamente a los costos logísticos. A pesar de ser menores que los costos de transporte, en el modelo, se incorporaron otros costos económicos, los cuales, en algunos casos, absorben los puertos y los transportistas. Esto incluye, por ejemplo, el tiempo adicional que los graneles agrícolas pasan almacenados. A partir de las consultas realizadas a representantes de la industria, se considera que los productos pasarían un promedio de 15, 30 y 45 días adicionales almacenados en los escenarios I, II y III, respectivamente. También se estima que el bajo nivel del agua genera dificultades en la navegación, lo que implica tiempos de viaje prolongados debido, entre otros factores, a la necesidad de separar y rearmar los convoyes para cruzar pasos críticos, a la disminución de la velocidad de navegación y a las restricciones a la navegación nocturna; asimismo, se estima que la productividad portuaria disminuye debido a la menor producción y a la mayor dificultad de los movimientos portuarios.

Existen costos adicionales asociados a la carga que se traspasa de las vías naveables a los camiones debido a los bajos niveles de agua, pero esto solo afecta significativamente a determinados tipos de carga. Por ejemplo, durante la sequía más reciente, el traspaso al transporte en camiones fue más notable en el caso de la carga en contenedores. El costo adicional puede representar un aumento del 179 %, de USD 0,038 a USD 0,106 la tonelada por

kilómetro, lo que corresponde a cerca del 0,1 % del PIB en total. Se estima que, en caso de sequía grave, alrededor del 15 % de los contenedores transportados por vías navegables se podrían traspasar al transporte en camiones hasta los puertos de los países vecinos⁷¹. El uso de camiones como modo alternativo de transporte mitigó el impacto de la sequía en el transporte de contenedores a pesar de los costos adicionales, pero no se considera posible traspasar todos los productos a este modo de transporte en el caso de sequías graves. Esto incluye toda la producción de granos de Paraguay, que, al ser menos sensible al factor tiempo, puede almacenarse, por lo que es importante contar con una capacidad adecuada de silos en caso de que se produzcan retrasos debido al bajo nivel de las aguas⁷².

3.3.2. Mejorar la resiliencia de las vías navegables de Paraguay

La navegabilidad de las vías navegables se gestiona mediante contratos de dragado para el mantenimiento periódico, pero es insuficiente a la hora de garantizar la resiliencia de las vías navegables ante los eventos climáticos. En los dos últimos años, el Gobierno convocó a licitaciones públicas de emergencia a corto plazo para dragar los ríos Paraguay y Paraná con el fin de paliar los efectos de la sequía. Con las obras realizadas por empresas locales, este enfoque responde al principio de dragar en el lugar y el momento en que sea necesario, y garantiza únicamente las normas mínimas de calidad para la navegación fluvial⁷³. En la actualidad, las actividades de dragado tienen el objetivo de eliminar sedimentos y no incluyen obras de apertura, como el dragado de fondos de piedra, que son más peligroso en épocas de sequía, ni abordan los problemas asociados a los obstáculos artificiales como puentes y esclusas, y la falta de señalización.

Para mejorar la capacidad de resiliencia de las vías navegables, el dragado de apertura requiere una inversión de entre USD 74 millones y USD 130 millones, mientras que el dragado de mantenimiento para el segmento que va desde el río Apa hasta Asunción requiere entre USD 9 millones y USD 29 millones al año⁷⁴. Estos cálculos son el resultado de una lectura comparativa de estudios que se basan, en su mayoría, en datos del Banco Mundial (2010) y Jan de Nul (2022), y toman como parámetro de referencia un calado de navegación de 10 pies durante 330 días al año. Es importante señalar que los estudios tienen un amplio margen en los volúmenes estimados para el dragado de apertura, mientras que los volúmenes de dragado de mantenimiento requeridos convergen en el orden de los 2 a los 4 millones de metros cúbicos⁷⁵. El dragado de apertura conlleva trabajos en roca, perforación, explosión y excavación mecánica para ampliar o profundizar las vías navegables. El dragado de mantenimiento consiste en retirar sedimentos, lodo y arena del canal para mantener la navegabilidad. La ausencia de estudios de costos oficiales y actualizados es un aspecto importante que limita la exactitud de estos resultados.

⁷¹ La reciente sequía no tuvo el mismo impacto a corto plazo en los productos a granel, como la soja. En el caso de los graneles agrícolas, el aumento de la cuota de camiones en los últimos años se debe, sobre todo, a las condiciones del mercado, es decir, a un aumento de la demanda de Brasil.

⁷² Por ejemplo, el uso de silos bolsa de plástico puede aumentar la capacidad de almacenamiento de varios tipos de granos.

⁷³ En un primer y un segundo conjunto de contratos firmados de 2022, se contemplaba el dragado de 3,7 millones de metros cúbicos de sedimentos por USD 10 millones, y 6 millones de metros cúbicos por USD 54 millones, respectivamente.

⁷⁴ Según las estimaciones del Consorcio Integración Hidroviaria (COINHI), el dragado de apertura (de 13,4 millones de metros cúbicos) cuesta USD 25,2 millones, mientras que el dragado de mantenimiento (de 6,4 millones de metros cúbicos) cuesta USD 8,4 millones. El Banco Mundial (2010) calcula el costo del dragado de apertura entre USD 8,6 millones y USD 12,1 millones, y el del dragado de mantenimiento entre USD 3,4 millones y USD 3,6 millones.

⁷⁵ Por ejemplo, Jan de Nul (2023) calcula 8,4 millones de metros cúbicos entre el río Apa y Asunción, incluidos los fondos duros. Estos niveles son relativamente coherentes con la estimación máxima del Banco Mundial para un segmento de apenas 17 kilómetros más (hasta Pilcomayo), pero son superiores a los comunicados por la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP, 2007) para un segmento mucho mayor, entre Corumbá y Santa Fe. Los cálculos del COINHI (2004) (el trabajo más citado y referenciado por los especialistas del sector) son tres veces más elevados. Es probable que los márgenes de seguridad contemplados, las obras realizadas desde el momento de cada estimación y el cambio de las condiciones hidrológicas expliquen en parte estas diferencias.

Otros trabajos pueden contribuir a reforzar la resiliencia de las vías fluviales paraguayas frente al cambio climático. Un estudio batimétrico de los ríos permitiría conocer con precisión el cauce y realizar intervenciones más focalizadas en los puntos críticos. El país está estudiando un plan maestro para realizar análisis batimétricos del río Paraguay mediante el uso de nuevas tecnologías, al tiempo que se llevan a cabo estudios para mejorar la navegabilidad y se analizan los impactos ambientales y socioeconómicos. Proporcionar una señalización adecuada en las vías naveables ayudaría a minimizar los errores de navegación conforme descienda el nivel del río y se estreche el ancho del canal, mientras que la creación de zonas especiales para separar y volver a reunir los convoyes de barcazas ayudaría a identificar los puntos críticos del tránsito cuando sea necesario. Garantizar la capacidad financiera y física para el dragado de emergencia en casos de contingencias también ayudaría a minimizar los efectos de las emergencias.

Establecer un esquema de financiamiento sostenible ayudará a garantizar la navegabilidad, mejorar los niveles de servicio y los estándares de resiliencia, reducir los costos de transporte y minimizar los impactos económicos de las sequías e inundaciones. Una alternativa es establecer una asociación público-privada para el dragado, el mantenimiento del nivel de servicio y la señalización en el río Paraguay. Esto se compensaría mediante un flujo previsible de ingresos procedentes de peajes, similar al sistema de Argentina río abajo. Si se gestiona bien y se evalúan minuciosamente los riesgos fiscales relacionados con esta medida, una asociación de este tipo (basada en el marco jurídico desarrollado en la última década y construyendo sobre las primeras asociaciones público-privada del país en el sector del transporte en la ruta 2 y la ruta 7) podría garantizar los recursos necesarios para el dragado de apertura, el mantenimiento y la gestión de las vías naveables^{76, 77}. Además, su ejecución podría seguir el ejemplo del marco de adquisiciones públicas sostenibles⁷⁸ del país e incluir consideraciones ambientales y sociales (como las cuestiones de género y desigualdad) junto con sus objetivos económicos y de productividad. El transporte fluvial seguiría siendo económico para los usuarios, dado que una vía navegable más resiliente, confiable, segura y eficiente permitiría reducir los gastos de operación y minimizar los sustanciales costos adicionales de transporte en que se incurre durante las sequías e inundaciones. Según los cálculos de nuestro modelo expuestos en la sección 3.3.1, los costos de capital y mantenimiento de una vía navegable resiliente ante los eventos climáticos se compensan ampliamente al evitar los costos de logística adicionales derivados de las sequías de aquí a 2050, con una relación costo-beneficio de 1,4, sin tener en cuenta los beneficios adicionales relacionados con la confiabilidad y la seguridad. Comunicar estos beneficios a los usuarios del sistema será esencial a la hora de conseguir el capital político suficiente para aplicar los cambios de forma eficaz.

3.4. Gestión de los recursos hídricos

Los efectos del cambio climático en la agricultura y la energía hidroeléctrica aumentarán la competencia por el agua. El riego es la actividad que más agua consume en Paraguay. Según las simulaciones realizadas con el Modelo de Evaluación Global de Cambios (GCAM)⁷⁹, incluso en el escenario de referencia, se prevé que la demanda de riego aumente notablemente con el tiempo, hasta triplicarse en 2050, en relación con los niveles de 2010 (gráfico 3.12a). Además, en todos los escenarios de impacto climático, se prevé que la demanda de riego aumente para 2050, en comparación con el escenario de referencia, como estrategia de adaptación (gráfico 3.12b). Aunque se prevé que la expansión de la agricultura de regadío resulte en un aumento general de los rendimientos, será necesaria una gestión cuidadosa para minimizar el impacto sobre la demanda total de agua.

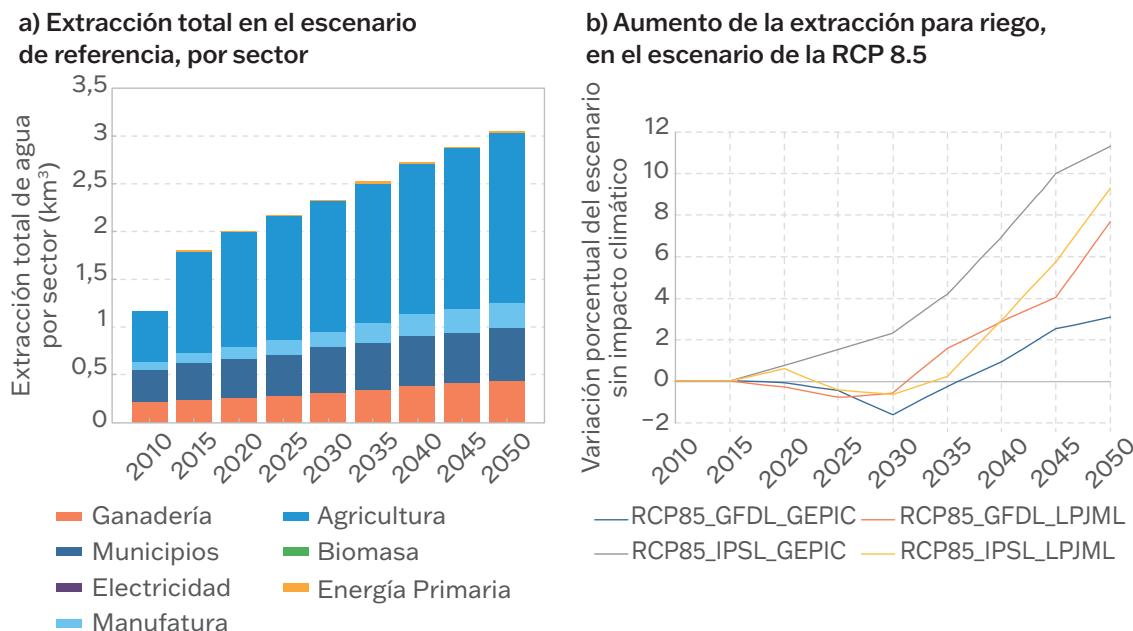
⁷⁶ Más información sobre el marco jurídico disponible en <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/ppp-laws-concession-laws-paraguay>.

⁷⁷ Más información sobre las asociaciones público-privadas de la ruta 2 y la ruta 7 disponible en <https://ppi.worldbank.org/en/snapshots/project/Route-2-and-Route-7-Expansion-10493>.

⁷⁸ Manual sobre los procedimientos de adquisición pública sostenible.

⁷⁹ <http://jgcri.github.io/gcam-doc/v4.2/>.

GRÁFICO 3.12. Extracción de agua en Paraguay (2010–2050)



Fuente: GCAM.

Apesar de la incertidumbre en torno a los futuros impactos climáticos sobre la disponibilidad de agua en Paraguay, una planificación más estratégica podría mejorar la gestión de los recursos hídricos para respaldar el desarrollo económico, ambiental y social del país. Para ello, los planificadores pueden incorporar aspectos de la economía circular y medidas del lado de la demanda, como una mejor fijación de precios y un uso más racional del agua. También pueden considerar la posibilidad de mitigar el impacto de los cambios en los balances hídricos y el aumento de la variabilidad a nivel de sistema, por ejemplo, mediante el aumento del volumen de almacenamiento para garantizar la disponibilidad de agua durante períodos prolongados de sequía. Para ello, será necesario reforzar la gestión del agua a nivel de la cuenca, dentro de un marco integrado de planificación de la seguridad hídrica, que permita a los agentes locales acceder a los datos y los habilite para emprender planificaciones e inversiones concretas.

El desarrollo y seguimiento de recursos y herramientas puede proporcionar datos para abordar parte de la incertidumbre en torno a los futuros impactos del clima y otros factores de estrés antropogénicos sobre la hidrología y la energía hidroeléctrica. La actualización continua de estas herramientas y recursos a través de múltiples escalas temporales puede mejorar la comprensión de las tendencias futuras, ya que se reduce la incertidumbre en torno a las precipitaciones, la evapotranspiración, la escorrentía y otros factores en escenarios futuros, y la demanda de diferentes usuarios del agua (socioeconómicos y ambientales). El desarrollo de estas herramientas con aplicaciones tangibles ayudará a reducir las vulnerabilidades en el sector del agua. Esto podría incluir, entre otras, las siguientes tareas:

- » Actualizar el diseño y las directrices operativas de las instalaciones y los embalses hidroeléctricos, para adaptarlos a los cambios en los períodos de retorno;
- » Desarrollar señalización o factores de activación de alerta para indicar la necesidad de implementar inversiones adicionales u otras acciones, como inspecciones de seguridad;
- » Elaborar sistemas regionales de previsión a corto y largo plazo, e incorporarlos en las políticas operativas;
- » Respaldar los procesos de planificación de la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de la cuenca.

El desarrollo de políticas operativas para hacer frente a la mayor incidencia y gravedad de las sequías e inundaciones y otros cambios imprevistos en las condiciones hidrológicas, como los retrasos en la temporada de lluvias, ayudará a Paraguay a gestionar la variabilidad y la incertidumbre de los caudales. Gestionar los riesgos asociados a la variabilidad y minimizar los efectos adversos de los eventos extremos requerirá políticas operativas flexibles, que tengan en cuenta los mejores datos disponibles. En el caso de los caudales bajos, también será necesario incorporar cláusulas relativas a las sequías en los tratados binacionales (por ejemplo, para Itaipú), y reconocer que las características de la sequía, como la gravedad y la frecuencia, pueden estar cambiando. A nivel nacional, esto implica desarrollar medidas de contingencia a corto plazo para minimizar los impactos de la escasez de producción de electricidad y de agua disponible para el riego. Paraguay también puede elaborar protocolos para posibles compensaciones intersectoriales en las decisiones de liberación y asignación de agua en distintas condiciones de caudal, por ejemplo, para producir energía hidroeléctrica, usar en el entorno agrícola y doméstico, y garantizar los requisitos de caudal mínimo para los ecosistemas y la navegación. En condiciones de caudales elevados, las políticas de mitigación de inundaciones se beneficiarán de la actualización periódica de las estimaciones de los períodos de retorno y la mejora de las previsiones. En muchos casos, también será necesario coordinar las políticas operativas con los operadores de los sistemas aguas arriba y aguas abajo.

Tener en cuenta toda la gama de posibles condiciones climáticas y no climáticas futuras puede ayudar al país a planificar para enfrentar la variabilidad y la incertidumbre a la hora de priorizar las acciones. Esto incluye múltiples escenarios de emisiones, conjuntos completos de modelos climáticos y tendencias de las estadísticas/dinámicas observadas en el clima local, incluida la variabilidad interna (estocástica). En otras palabras, la toma de decisiones relativas a las inversiones permitirá priorizar las acciones que sean sólidas frente a múltiples futuros posibles.

Invertir en el almacenamiento de agua y mejorar la gestión de los sistemas de almacenamiento existentes, incluidos los naturales, aumentaría la seguridad hídrica. En la región occidental, la estacionalidad de los recursos hídricos es un desafío para la producción agrícola, por lo que el país podría plantearse la inversión en embalses, regadíos, y protección y restauración de humedales.

Fortalecer las instituciones y la gestión institucional ayudará a coordinar la planificación entre regiones y sectores. Paraguay depende totalmente de las aguas compartidas de la cuenca del Plata. La interdependencia de la hidrología de la región genera tanto vulnerabilidades como oportunidades compartidas para la gestión de estos recursos. Aunque el Ministerio de Ambiente es responsable de la gestión de los recursos hídricos, otros ministerios (como los de Agricultura, Energía y Transporte) también dependen del agua y se beneficiarían de una mayor coordinación. La coordinación intersectorial e internacional en la planificación y gestión de los recursos hídricos puede reducir las presiones excesivas sobre los caudales y la calidad del agua en la cuenca del Plata (por ejemplo, la erosión y la regulación reducida de los caudales como resultado de la deforestación no controlada que causa más descargas extremas altas y bajas) y ayudar a maximizar el efecto de las medidas implementadas en toda la región bajo condiciones climáticas y de desarrollo futuras inciertas. Esto incluye comprender con qué carteras de políticas e inversiones regionales se maximiza la producción de energía hidroeléctrica y, al mismo tiempo, se minimizan los riesgos de inundación en toda la cuenca; qué estrategias maximizan la producción de energía hidroeléctrica sin afectar al transporte fluvial durante los períodos de caudales bajos; y qué carteras son las más sólidas frente a los futuros cambios en el clima. Mejores datos y una mayor coordinación interinstitucional contribuirán al desarrollo cuidadoso de objetivos compartidos para gestionar las oportunidades (como el aumento de la producción de energía) y los riesgos (como las inundaciones y las sequías); también permitirán una negociación transparente y participativa de las compensaciones que se obtengan como resultado, incluidas las cuestiones relacionadas con la distribución de costos y beneficios.

El uso de soluciones basadas en la naturaleza puede contribuir a mejorar la seguridad hídrica y reducir los eventos climáticos extremos. En la CDN de Paraguay, se reconoce que las soluciones basadas en la naturaleza podrían desempeñar una función en su política climática, por ejemplo, mediante el desarrollo de corredores urbanos verdes en el área metropolitana de Asunción, la promoción y el desarrollo de proyectos de restauración y reforestación de las subcuencas prioritarias, y la protección y restauración de los humedales y arroyos. La deforestación altera el balance hídrico al aumentar la escorrentía, reducir la infiltración y, por lo tanto, aumentar la intensidad de las inundaciones y reducir la retención de agua en los acuíferos. Por consiguiente, limitar la deforestación (y aumentar la reforestación) mejoraría la seguridad hídrica. Las tierras húmedas del Pantanal actúan como reservas y amortiguadores de las precipitaciones extremas. La pérdida de este humedal provocaría un aumento de las inundaciones en las zonas urbanas y reduciría el almacenamiento de agua para futuras sequías. Las soluciones basadas en la naturaleza en los contextos urbanos, como la construcción de áreas de retención en Asunción, también pueden mitigar los impactos de las inundaciones⁸⁰.

3.5. Un sector del transporte más ecológico y sostenible

MENSAJES PRINCIPALES

- El sistema de transporte de Paraguay se caracteriza por una dependencia cada vez mayor de los automóviles privados, una flota de vehículos envejecida y una falta de alternativas de transporte público de calidad.
- Invirtiendo en infraestructuras de transporte público, flotas de autobuses, carriles para bicicletas y mejorando la fiabilidad de sus vías navegables, Paraguay puede lograr una movilidad sostenible, reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire.
- A través de una electrificación gradual, el sector transporte de Paraguay podría llegar a cero emisiones netas en 2050 y generar beneficios económicos y financieros.

El sector transporte de Paraguay es responsable por el 89 % de todas las emisiones provenientes del sector energía y alrededor del 14,5 % de las emisiones totales de GEI (Gobierno de Paraguay, 2021). Si bien esto coincide con otros países de América Latina, es importante señalar que, aunque las emisiones totales de Paraguay no crecieron de manera significativa entre 1990 y 2017, las emisiones del sector del transporte aumentaron un 329 % durante ese período, el mayor crecimiento de todos los sectores y muy por encima del crecimiento de la actividad económica del país⁸¹. Alrededor del 44 % de estas emisiones proceden del transporte de carga (camiones de carga grandes y pequeños, furgonetas comerciales y vehículos de tracción en las cuatro ruedas) y el 56 % restante, del transporte de pasajeros, donde los automóviles particulares son responsables de un porcentaje mayor que el transporte público.

Varios factores contribuyen a la elevada tasa de crecimiento de las emisiones del transporte, entre ellos, la rápida motorización, el deterioro de la flota y un transporte público deficiente. Entre 2010 y 2019, el parque automotor de Paraguay creció un 171 %, es decir, 8,1 % por año, impulsado por un aumento importante en el uso de motocicletas (INE, 2021) (a pesar del crecimiento de la flota, la antigüedad promedio de los vehículos se mantiene elevada: el 46 % de las unidades tiene más de 15 años y el 51 % de los vehículos importados son de segunda

⁸⁰Véanse, por ejemplo, el Proyecto de Resiliencia Urbana frente al Río Asunción (Franja Costera), del Banco Mundial, y el Proyecto Programa de Rehabilitación y Vivienda del Bañado Sur en Asunción (barrio Tacumbú), del BID, sobre la construcción de áreas de retención para reducir el impacto de las inundaciones.

⁸¹Tasa promedio de crecimiento anual del PIB del 3,3 % durante el mismo período (1970-2017)

mano (Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social [STP], 2022)⁸². Paraguay tiene el límite de antigüedad de vehículos importados más alto de América Latina. Mientras que la mayoría de los países de América del Sur permiten la importación de vehículos de hasta cinco años de antigüedad, Paraguay permite la importación de vehículos de hasta 10 años. Con el paso de los años, varias empresas e importadores obtuvieron sentencias judiciales que declaraban inconstitucional la ley que regulaba este límite y, por lo tanto, siguieron importando vehículos de más de 10 años. La capital, Asunción, se enfrenta a importantes problemas de movilidad urbana, ya que la creciente cantidad de automóviles particulares incrementa los tiempos de desplazamiento de los usuarios del transporte público. La falta de opciones de transporte público rápido también desalienta el uso del autobús y, como resultado, solo el 25 % de los desplazamientos al trabajo se realizan en transporte público; el 58 % de las personas que se desplazan al trabajo lo hacen en automóvil o motocicleta (Instituto Nacional de Estadística, 2021)⁸³. Una alta proporción de familias en Asunción posee un vehículo particular, con un 53 % de automóviles, un 25 % de motocicletas y un 22 % de vehículos utilitarios o camiones pequeños. La ciudad también enfrenta desafíos en la implementación de los sistemas de transporte rápido en autobús (BRT); el primer proyecto de este tipo fracasó en 2018 debido a disputas entre el Gobierno y el contratista, relacionadas con la expropiación, el reasentamiento y otras cuestiones. Las calles de Asunción también suelen ser muy estrechas, lo que complica la construcción del sistema de BRT, por lo que en un primer momento se podrían adoptar carriles preferenciales para el transporte en autobús, en lugar de ampliar las calles.

Una trayectoria para el sector del transporte, que sea coherente con un escenario de cero emisiones netas para 2050 en Paraguay requeriría un cambio importante con respecto a la situación actual. Con el fin de cuantificar esta trayectoria, el Banco Mundial desarrolló un modelo para calcular los principales resultados económicos y climáticos del transporte en escenarios con políticas relevantes al 2050. Entre los escenarios del modelo, se incluye una trayectoria de emisiones de GEI en la que el sector del transporte se aproxima a la neutralidad para 2050, así como escenarios en los que las emisiones de GEI son un 30 % y un 60 % inferiores a las del escenario de línea base.

Paraguay solo puede alcanzar la descarbonización mediante la adopción generalizada de vehículos eléctricos y medidas de política adicionales para lograr que el transporte sea más sostenible. En los escenarios, se considera que la movilidad eléctrica en Paraguay es beneficiosa para el clima y los usuarios, ya que la combinación de electricidad limpia en Paraguay significa que el país compensa las emisiones de GEI en un 100 %. Dado que la electricidad es más económica que los combustibles fósiles según el cálculo de vehículo por kilómetro y que los costos de las baterías están cayendo, también será conveniente desde el punto de vista financiero para la mayoría de los usuarios a partir los próximos años. Hoy en día, el precio final de un vehículo eléctrico es un 26 % superior al de un vehículo de combustión similar, pero la diferencia más importante es el costo de la batería, que representa casi el 30 % del valor total del vehículo eléctrico. Aunque los costos totales de funcionamiento de un vehículo promedio durante 10 años, incluido el costo del vehículo y el combustible o la electricidad, son un 5 % más altos para los vehículos eléctricos, se espera que tanto los costos totales de funcionamiento de un vehículo eléctrico como el precio al consumidor se ubiquen por debajo de los de un vehículo de motor de combustión en los próximos 5 años. Con la tecnología actual, los costos iniciales de actualizar la flota de autobuses de diésel a eléctricos se compensarán al cabo de 10 años de uso, incluidos los costos de mantenimiento y combustible. La tendencia a la reducción de costos de los vehículos eléctricos se refleja en el escenario de línea base, en el que la flota sigue evolucionando con una penetración creciente pero lenta de los vehículos eléctricos en todos los tipos de vehículos hasta alcanzar el 24 % en 2050. El escenario de cero emisiones

⁸²Este modelo se elaboró en el marco de la actividad analítica del Banco Mundial, *Cleaner and More Sustainable Transport in Paraguay* (Transporte más limpio y sostenible en Paraguay).

⁸³En estos cálculos (extraídos del informe del Banco Mundial, *Cleaner and More Sustainable Transport in Paraguay* [Transporte más limpio y sostenible en Paraguay]), se tiene en cuenta la exención de los derechos de importación y los impuestos sobre el valor agregado para los vehículos eléctricos.

netas se basa, en gran medida, en la adopción generalizada de vehículos eléctricos, y los costos proyectados de sustitución de la flota parten del supuesto de que la adopción de la movilidad eléctrica será, en muchos casos, menos costosa que su sustitución por vehículos con motor de combustión interna.

Para alcanzar las ambiciones en materia de electrificación, la política pública debe basarse en la Ley 6925 (que proporciona un marco favorable para los vehículos eléctricos), la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica y el Plan Maestro de Movilidad Eléctrica para el Transporte Público Urbano y Logístico (PMME)⁸⁴. Aprobada en octubre de 2022, la Ley 6925 ofrece numerosos incentivos, entre ellos, en materia de financiamiento, ayudas financieras y desarrollo de infraestructuras para impulsar la implementación del transporte eléctrico a nivel público y privado en todo el país. Estos incentivos incluyen, por ejemplo, un Fondo para la Movilidad Eléctrica con ingresos procedentes del impuesto sobre la gasolina; líneas de crédito preferenciales de la AFD y el BNF para la compra de vehículos eléctricos; un mandato para la integración gradual de vehículos eléctricos en la flota de las instituciones y empresas públicas; y una exención de 10 años de los derechos de importación y el impuesto al valor agregado sobre los vehículos eléctricos, los repuestos, la infraestructura de carga y el equipo para ensamblar o fabricar vehículos eléctricos para importadores, vendedores y compradores finales. La ley también establece que, para 2025, los municipios con más de 60 000 habitantes deberán tener al menos 2 estaciones de recarga para vehículos eléctricos en funcionamiento; que Asunción deberá tener al menos 20 estaciones; y que las carreteras nacionales deberán tener estaciones de recarga cada 80 kilómetros. También establece objetivos para aumentar la proporción de vehículos eléctricos en la flota del Gobierno hasta alcanzar el 100 %. Este marco estratégico también permite el desarrollo de iniciativas del sector privado mediante el aumento de experiencias exitosas, como los dos autobuses eléctricos que se pusieron a prueba en Asunción. Entre los desafíos relacionados con la ley se encuentran la clasificación de los vehículos híbridos, que también tienen motores de combustión interna, al mismo nivel que los vehículos híbridos que se enchufan o los vehículos eléctricos de batería, y su enfoque en los incentivos financieros para electrificar todos los vehículos, incluidos los automóviles particulares. Por su parte, en el PMME, se recomiendan estrategias para mejorar el transporte público y reducir el uso del transporte particular. En la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, se expresa la preocupación por la reducción de los ingresos fiscales como consecuencia de las exenciones fiscales a los vehículos y la disminución del consumo de combustibles fósiles; el Gobierno podría compensar de forma parcial estos efectos mediante el desarrollo de un marco coherente para la fijación de los precios de la electricidad destinada a los vehículos y otras fuentes de ingresos fiscales.

Teniendo en cuenta que los vehículos eléctricos tienen un menor costo energético por kilómetro que los vehículos a gasolina o diésel, la electrificación tendrá un efecto positivo sobre la balanza comercial energética, y al mismo tiempo aumentará la demanda nacional de electricidad. Los beneficios anuales de la balanza comercial en el escenario de cero emisiones netas se estiman en el 2 % del PIB en 2030 y en el 2,8 %, en 2050. Estos cálculos se basan en que Paraguay importó USD 2400 millones en combustibles durante 2022, sobre todo, para el sector del transporte, una cifra que se prevé que aumente a USD 4800 millones en 2050, en el escenario de línea base⁸⁵. Es importante señalar que el uso de electricidad en el transporte tiene un costo de oportunidad (calculado como el precio medio de exportación por MWh⁸⁶) que, según las proyecciones, alcanzará los USD 800 millones en 2050, con una demanda del sector del transporte que llegará a los 13,2 TWh.

⁸⁴ Ley 6925/22 y Ley 8840/23, por las que se aprueba la Estrategia y se crea un Comité de Electromovilidad.

⁸⁵ Según la evolución de los precios de los combustibles en un “escenario moderado”, de acuerdo con el Organismo Internacional de Energía.

⁸⁶ Teniendo en cuenta el costo estabilizado de la energía solar cuando Paraguay ya no sea un exportador neto de electricidad.

Los escenarios de descarbonización para Paraguay también se basan en la inversión en transporte público, los sistemas de transporte rápidos y la infraestructura para bicicletas.

En una trayectoria hacia el transporte sostenible, es crucial pasar de los vehículos particulares al transporte público, la bicicleta o los desplazamientos a pie, y reducir la distancia promedio recorrida a través de ciudades más compactas, lo que permitirá reducir las congestiones de tránsito y los siniestros. En los escenarios de descarbonización, se parte del supuesto de que el país realizará una serie de inversiones para lograr este objetivo, como la construcción de un sistema de BRT con carriles exclusivos para mejorar la velocidad y la frecuencia, y el sistema de tren ligero suburbano propuesto, denominado “Tren de Cercanías”, que incluirá 30 kilómetros de red de transporte rápido por millón de habitantes en el área metropolitana de Asunción para 2050⁸⁷. También se presupone que el Gobierno implementará un sistema de bicicletas compartidas y 600 kilómetros de infraestructura de ciclovías en Asunción. Dadas las características inherentes de estos activos y las deficiencias del mercado asociadas al transporte urbano, este tipo de inversiones en infraestructuras ferroviarias, de BRT y de movilidad activa se financiarán, en su mayor parte, a través del sector público. Sin embargo, la inversión en flotas de autobuses eléctricos podría recibir financiamiento privado por medio de concesiones o asociaciones público-privadas, habilitadas por tarifas con niveles adecuados de recuperación de costos.

El uso de camiones más eficientes y con bajas emisiones de carbono será fundamental para alcanzar escenarios de descarbonización ambiciosos, que sean compatibles con una trayectoria hacia las cero emisiones netas. En Paraguay, la carga doméstica se suele transportar por camión, mientras que la internacional se transporta por agua. El cambio de modalidad, del camión al transporte fluvial o ferroviario, solo puede lograrse si grandes volúmenes de carga viajan por un corredor o una distancia relativamente larga, por lo que puede que no sea factible el cambio para todas las mercancías que se transportan dentro del país. Para reducir las emisiones que genera el transporte en camión, en la Tercera Comunicación Nacional de Paraguay, se recomienda utilizar camiones más eficientes y fomentar el uso de los biocombustibles sostenibles⁸⁸. Como resultado de permitir la importación de vehículos antiguos, la flota de camiones es, en promedio, obsoleta y, por lo tanto, contaminante. Los programas de desguace de camiones pueden reducir significativamente las emisiones de GEI, entre un 10 % y un 20 % (Banco Mundial, 2022). Las alternativas de descarbonización en el modelo del Banco Mundial consisten en sustituir de forma gradual los camiones urbanos y de carga pesada convencionales por vehículos eléctricos o que tengan hidrógeno como combustible. Se están mejorando las tecnologías para camiones eléctricos, que, según las estimaciones de mercado, serán más competitivas a partir de 2030, mientras que también se prevé que los camiones de pila de combustible basados en hidrógeno capten parte del mercado de camiones de carga pesada. La Ley 6925/2023 incentiva y promueve los vehículos eléctricos en Paraguay, incluidos los camiones y furgonetas eléctricos⁸⁹.

Paraguay podría aprovechar su producción de soja, caña de azúcar y maíz para apoyar una creciente industria de biocombustibles que, si va acompañada de un aumento de la productividad agrícola para reducir los riesgos, podría contribuir a la descarbonización, al tiempo que se electrifica el sector. Los mandatos actuales de mezcla de Paraguay exigen el uso de un 2 % de biocombustible en el combustible diésel. En otros países de la región, como Brasil y Argentina, se exige una mezcla del 12 % de gasolina con diésel. Los requisitos de mezcla de Paraguay para la gasolina oscilan entre el 25 % y el 27 %. En 2022, el país produjo 593 millones de litros de biocombustible, un aumento del 182 % en 10 años desde 2013. Los tres cultivos más importantes del país según la producción (soja, caña de azúcar y maíz) pueden

⁸⁷ Esta cifra es coherente con el elevado desempeño en el indicador principal de acceso universal (urbano) de la Hoja de Ruta de Acción Mundial hacia la Movilidad Sostenible de la Iniciativa Movilidad Sostenible para Todos, (<https://www.sum4all.org/global-roadmap-action>).

⁸⁸ En cumplimiento con la Ley 2748/05.

⁸⁹ Como parte de sus compromisos en el marco del Servicio de Resistencia y Sostenibilidad del FMI, el Gobierno se ha comprometido a restringir los incentivos fiscales previstos en la Ley 6925 únicamente a los vehículos eléctricos (en lugar de eléctricos e híbridos).

utilizarse como materias primas para biocombustibles, es decir, biodiésel y etanol. En 2019, la Ley 6389 estableció un marco para respaldar el desarrollo industrial a través del biodiésel en Paraguay, entre otras medidas, mediante el aumento gradual del mandato de mezcla de combustible diésel, los incentivos fiscales para su producción y el financiamiento. El desarrollo de nuevas plantas de biocombustibles en Paraguay aumentará la capacidad de producción del país. Sin embargo, los vehículos eléctricos siguen siendo la opción más eficiente desde el punto de vista energético entre las tecnologías limpias, en cuanto a las emisiones de GEI y la calidad del aire. Es importante que todas las políticas relacionadas con los biocombustibles tengan en cuenta también las consecuencias imprevistas y se centren en minimizar la deforestación indirecta, la competencia entre cultivos para la producción de combustible y alimentos, y la competencia por el uso de los recursos hídricos. Para hacer frente a estos riesgos, Paraguay podría analizar la posibilidad de impulsar la producción de biocombustibles de segunda generación, fabricados a partir de materiales no alimentarios, como desperdicios de origen vegetal o animal.

En los escenarios de descarbonización, se tienen en cuenta varias opciones de descarbonización para el transporte fluvial, incluida la modernización tecnológica de los motores y la introducción del metanol como combustible alternativo. Algunos de los motores que aún se utilizan en la flota de buques de Paraguay datan de 1950, lo que conlleva una baja eficiencia y altas emisiones. Según el escenario coherente con una trayectoria orientada al objetivo de cero emisiones netas, se prevé que el 50 % de la flota reemplace los motores, de manera que las emisiones de GEI de esos buques disminuyan en un 55 %. Una mezcla de 30 % de metanol y 70 % de combustible diésel ha demostrado importantes reducciones de las emisiones en el transporte fluvial y no plantea problemas técnicos en Paraguay, ya que la mezcla se realiza en la refinería (Grupo Banco Mundial, 2023). En el escenario de cero emisiones netas se considera que el sector adoptaría ampliamente este combustible para 2032, lo que reduciría las emisiones en un 55 %. El gas natural es otra opción viable para el transporte fluvial, pero Paraguay no dispone de reservas de gas natural, por lo que el cambio a esta tecnología no aportaría beneficios a la balanza comercial energética.

Recuadro 3.1. Mejora de la resiliencia del sector vial

Con solo el 9 % de la red vial de Paraguay pavimentada y el 45 % de esta en malas condiciones, los caminos del país son muy susceptibles a los eventos climáticos (Grupo Banco Mundial, 2019). Se estima que el 10 % de las carreteras está expuesto a inundaciones que pueden interrumpir los corredores de transporte y aislar a las comunidades rurales e indígenas (Hallegatte, Rentschler y Rozenberg, 2019).

Los cambios en la intensidad y la cantidad de las precipitaciones aumentarán la probabilidad de inundaciones, deslizamientos de tierra y eventos similares provocados por precipitaciones más frecuentes en el futuro. El 38 % de la población vive en zonas rurales con conexiones de infraestructura débiles, que pueden intensificar los efectos de los eventos meteorológicos y climáticos, y aislar a las comunidades.

Mantener y operar las carreteras de forma más eficaz aumenta su resiliencia y reduce los costos. Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019) estiman una relación costo-beneficio de 4,0 para construir infraestructuras más resilientes en los países en desarrollo, y consideran que mejorar el mantenimiento y las operaciones es una opción sin riesgos para impulsar la resiliencia de los activos de infraestructura y reducir, al mismo tiempo, los costos generales. En otras palabras, esto generaría beneficios, independientemente de lo que ocurra en el futuro.

Las medidas políticas destinadas a promover el uso de vehículos con bajas emisiones de carbono y los sistemas de transporte más sostenibles son esenciales para lograr la descarbonización y obtener beneficios adicionales. En primer lugar, es fundamental mejorar los medios de transporte que son más eficientes para trasladar pasajeros y mercancías. Esto incluye la construcción de carriles para autobuses y el cambio a vehículos eléctricos, la construcción de líneas ferroviarias suburbanas y ciclovías, y el fortalecimiento del transporte fluvial y ferroviario de carga. Además de reducir las emisiones de GEI, estas políticas tendrían resultados socioeconómicos positivos, al reducir la congestión en las carreteras, los siniestros y las muertes a causa del tránsito, y al hacer que las ciudades sean más habitables. En segundo lugar, es importante seguir desarrollando una política global y un marco jurídico para el transporte eléctrico, aplicar la Ley 6925 y aprobar la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. En tercer lugar, la mejora de las normas de emisiones y eficiencia energética para toda la flota de vehículos, incluidos los camiones, los autobuses, las motocicletas y los automóviles, y la aplicación efectiva de las restricciones de antigüedad de los vehículos importados son medidas que pueden ayudar a reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire. En cuarto lugar, la integración de una política de movilidad eléctrica, el desarrollo de la red eléctrica para hacer frente a la demanda adicional de las estaciones de recarga rápida, la elaboración de reglamentos para flexibilizar los requisitos de recarga en las horas pico, el apoyo a los programas de vehículo a la red para utilizar dicha red de manera eficiente, y el establecimiento de un marco coherente para la fijación de precios de la electricidad destinada a los vehículos son medidas que ayudarán a la población a pasar a los vehículos eléctricos. En quinto lugar, Paraguay podría crear un mercado de hidrógeno verde, con nuevos proyectos piloto que permitan conocer mejor su uso potencial como combustible para vehículos de carga pesada y autobuses, y como recurso de exportación. Además, el uso de biocombustibles puede ayudar a reducir las emisiones de carbono y, con apoyo, el país puede aumentar la productividad agrícola y la capacidad de generar biocombustibles destinados al consumo local a partir de la soja, la caña de azúcar y el maíz, según las directrices de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y otras mejores prácticas destinadas a controlar su desempeño ambiental.

3.6. El sector de los residuos y la economía circular

MENSAJES PRINCIPALES

- El sector de los residuos de Paraguay está relativamente poco desarrollado. Las emisiones de GEI del sector podrían más que duplicarse para 2050 si no se toman medidas para mejorar la gestión de residuos.
- La aplicación de las estrategias de gestión de residuos incluidas en la CDN de Paraguay y otros planes nacionales del sector estabilizaría las emisiones y proporcionaría hasta USD 500 millones al año en beneficios netos.
- La implementación de medidas más agresivas que aumentarían las tasas de recogida de residuos sólidos y líquidos al 100 %, fomentando más el reciclaje, el compostaje y otros enfoques de economía circular, y la readaptación de todos los vertederos para capturar biogás aumentaría los beneficios netos en más del 50 % para 2050 y lograría cero emisiones netas.

En 2019, el sector de los residuos de Paraguay emitió alrededor de 1,3 MtCO₂e o el 2,6 % de las emisiones totales de GEI del país⁹⁰. De esta cifra, el 48 % provino de los residuos sólidos; el 41 %, de las aguas residuales; y el 11 %, de la incineración de residuos. Sin embargo, las estimaciones de Climate Watch son sustancialmente superiores, de 7,8 MtCO₂e en 2019 (Climate Watch, 2023). En promedio, las emisiones del sector de los residuos crecieron un 3,2 % al año entre 1990 y 2017, impulsadas por el crecimiento demográfico e industrial, y exacerbadas por la falta de una gestión eficiente de los residuos en las zonas urbanas. Paraguay tiene una de las tasas de recolección de residuos más bajas de la región, del 47 % de la población⁹¹, y tasas bajas de tratamiento de las aguas residuales residenciales, del 0,3 % en las localidades urbanas (MADES-DNCC/PNUD-FMAM, 2021). En su CDN actualizada de 2021, se definen siete estrategias para mitigar las emisiones de GEI en el sector de los residuos y, en su PND actualizado de 2021, se definen estrategias destinadas a ampliar la infraestructura de los residuos, desarrollar un sistema nacional de información sobre los residuos para la economía circular y promover las asociaciones municipales para mejorar la gestión de los residuos.

Sin ninguna modificación en las políticas, las emisiones del sector de los residuos se duplicarían ampliamente, pero la aplicación de la CDN y los planes adicionales sobre los residuos y el saneamiento podrían estabilizar las emisiones. Se utilizó el modelo SiSePuede⁹² para elaborar trayectorias de descarbonización para el sector de los residuos de Paraguay y evaluar carteras de políticas. La ejecución de la estrategia CDN+ (es decir, las estrategias establecidas en la CDN junto con otros planes nacionales del sector de los residuos) contribuirá a reducir las emisiones en un 60 % para 2050, en comparación con el escenario de referencia, suponiendo que los esfuerzos del país sigan creciendo al mismo ritmo después de 2030. De este modo, las emisiones se estabilizarían en los niveles actuales, aproximadamente.

⁹⁰ Según MADES-DNCC/PNUD-FMAM (2021).

⁹¹ Banco Mundial (2019), Waste Global Dataset, disponible en <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0039597/What-a-Waste-Global-Database>.

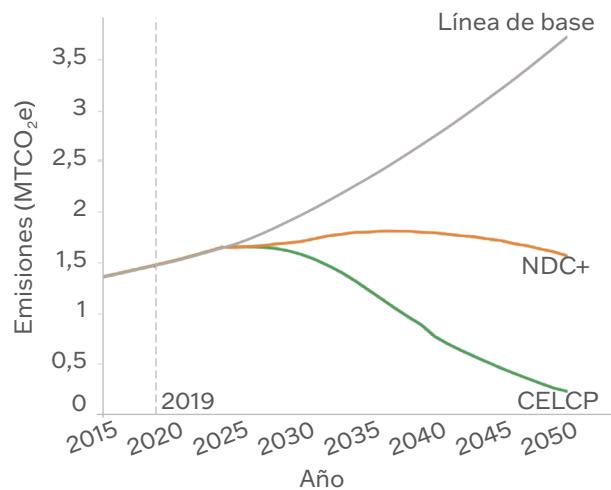
⁹² Elaborado por Tecnológico de Monterrey y RAND Corporation, con financiamiento del BID, disponible en <https://sisepuede.readthedocs.io/en/latest/index.html>.

Con medidas adicionales, Paraguay podría alcanzar las cero emisiones netas de GEI en el sector de los residuos para 2050. Si quiere alcanzar la descarbonización siguiendo una trayectoria de economía circular con bajas emisiones de carbono (CELCP), el país deberá transformar su tratamiento de las aguas residuales y su gestión de los residuos sólidos, además de reducir estos últimos. Alcanzar una cobertura del 100 % en el saneamiento y el tratamiento de las aguas residuales para 2050 y construir plantas avanzadas de tratamiento de aguas residuales con recuperación de biogás podría reducir las emisiones en un 23 %, en comparación con el escenario de referencia. La mejora de las prácticas de gestión de los residuos sólidos (mediante una cobertura del 100 % en la recolección de residuos, la sustitución de todos los basurales a cielo abierto por vertederos gestionados con un 100 % de captura de biogás, y el aumento de las tasas de reciclaje y compostaje) puede reducir aún más las emisiones del sector de los residuos en otro 18 % para 2050. La reducción de los residuos mediante la adopción de prácticas de economía circular (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [US EPA], 2015) también podría disminuir un 30 % de las emisiones de GEI previstas para 2050. Mediante la combinación de todas estas estrategias, Paraguay puede reducir las emisiones en otro 30 % y alcanzar las cero emisiones netas en el sector de los residuos para 2050.

Descarbonizar el sector de los residuos de Paraguay generaría beneficios netos importantes para la sociedad. La ejecución de la estrategia de CDN+ y la CELCP generaría costos iniciales adicionales para implementar las nuevas prácticas e infraestructuras de tratamiento de las aguas residuales y la gestión de los residuos sólidos. Sin embargo, estos costos son inferiores a los beneficios monetarios derivados de la mejora de la salud (debido a un mejor saneamiento de los hogares y a la calidad del agua), los costos de los alimentos y materiales cuya compra se evita gracias a la adopción de las prácticas de economía circular, el ahorro de los costos por el uso de insumos reciclados, y los ingresos adicionales generados a través del compostaje y la recuperación de biogás de uso energético. Para 2050, el beneficio neto anual de la adopción de prácticas de economía circular para reducir los residuos sólidos alcanzaría los USD 500 millones en el caso de la estrategia de la CDN+ y más de USD 800 millones en el caso de la CELCP (gráfico 3.13). El Gobierno está trabajando en una estrategia nacional de Economía Circular y pretende regular la Ley 7014/2022 para promover una mayor reutilización y reciclaje de los plásticos.

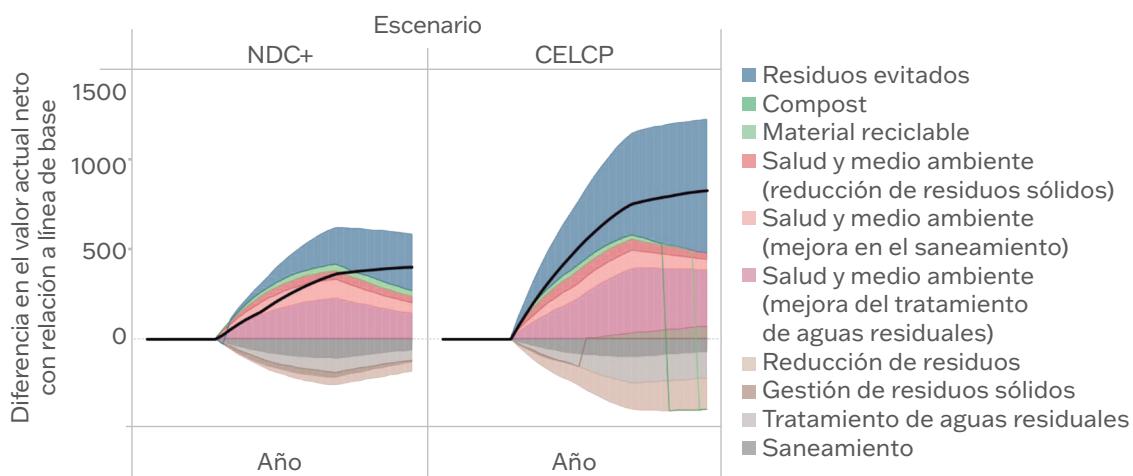
GRÁFICO 3.13. Trayectorias de descarbonización del sector de los residuos de Paraguay

a) Emisiones de GEI para la trayectoria de la CDN+ y la CELCP



Fuente: Análisis del Banco Mundial basado en el modelo SiSEPUED, que utiliza datos históricos de emisiones por actividad proporcionados por los gobiernos junto con hipótesis específicas sobre transformaciones de bajas emisiones.

b) Costos y beneficios de las trayectorias de descarbonización del sector de los residuos



Fuente: Análisis del Banco Mundial basado en el modelo SiSEPUED, que utiliza datos históricos de emisiones por actividad proporcionados por los gobiernos junto con hipótesis específicas sobre transformaciones de bajas emisiones.

4. Efectos del cambio climático en las personas y opciones de adaptación

MENSAJES PRINCIPALES

- El cambio climático afectará a la salud de las personas al exacerbar las epidemias, cambiar las temperaturas y aumentar los niveles de contaminación atmosférica por los incendios. Una mejor gestión institucional y un mayor financiamiento son fundamentales para que el sector de la salud sea más resiliente frente al cambio climático.
 - La pobreza aumentará debido al cambio climático. Este aumento será mayor en las zonas rurales y en los departamentos con más dependencia de la agricultura. Las pérdidas de rendimiento provocadas por las sequías tendrán un mayor efecto sobre la pobreza que las pérdidas de productividad laboral debidas al estrés térmico.
 - Sería beneficioso implementar un sistema de alerta temprana para informar con rapidez a los programas de protección social durante los eventos climáticos.
-

4.1. Impactos sobre la salud y la productividad

Los peligros ambientales, como la contaminación atmosférica y las temperaturas extremas, constituyen amenazas graves para la salud pública en Paraguay. Entre 1965 y 2021, las inundaciones y las epidemias fueron la principal causa de mortalidad en el país⁹³. Los incendios tienen importantes tasas de mortalidad asociadas, que varían según la región⁹⁴. De hecho, el riesgo ambiental más grave procede de la contaminación atmosférica, que se atribuye, en parte, a los incendios forestales y al elevado consumo de biomasa (GBD, 2019). Aunque las muertes relacionadas con el agua y el saneamiento han disminuido, aquellas relacionadas con las temperaturas irregulares van en aumento. Las epidemias también suponen un riesgo sustancial para la salud en Paraguay, como demostró el brote de chikungunya de febrero de 2023⁹⁵. Además, se prevé que el cambio climático exacerbe las enfermedades transmitidas por vectores: según García-Witulski et al. (2023), existe una correlación importante entre el aumento de las temperaturas y el incremento de las tasas de enfermedades infecciosas, en particular, cuando las temperaturas superan la zona de confort de entre 20 °C y 25 °C⁹⁶.

⁹³ Base de Datos Internacional sobre Desastres EM-DAT, <https://public.emdat.be/>.

⁹⁴ Base de datos de DesInventar, https://db.desinventar.org/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=pry&continue=y#more_info. DesInventar abarca el período de 1978 a 2022.

⁹⁵ En el proyecto Global Burden of Disease (Carga mundial de morbilidad) (<https://www.healthdata.org/gbd>), no se registran las enfermedades infecciosas dentro de los riesgos ambientales, ni se las asocia a la temperatura no óptima; sin embargo, este es un problema de salud importante en Paraguay, que probablemente se vea afectado por el clima.

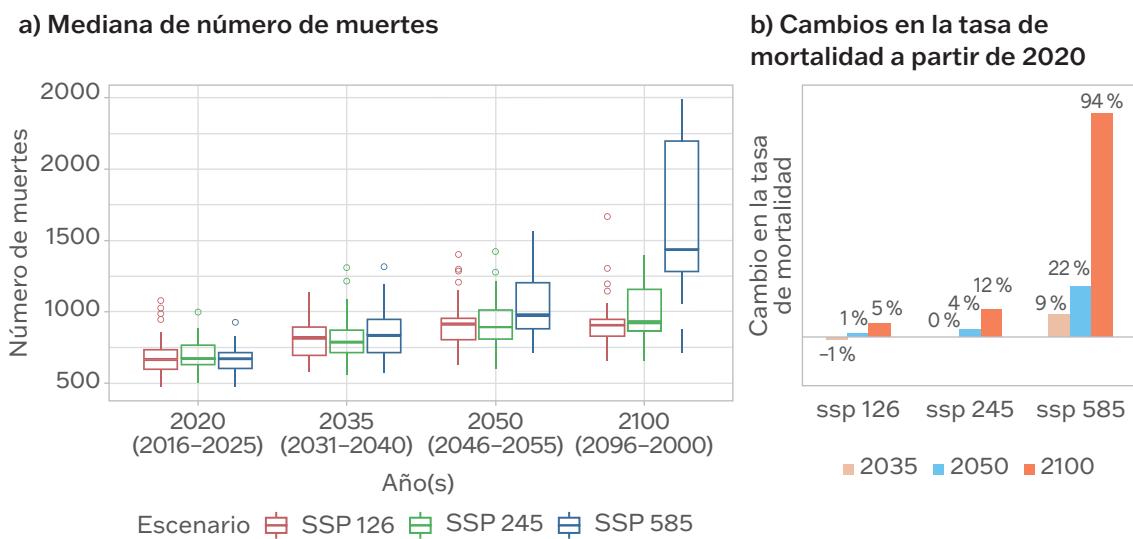
⁹⁶ Los datos de morbilidad fueron proporcionados por Daniela Romero, del equipo de Paraguay de Salud, Nutrición y Población para América Latina y el Caribe. Los datos climáticos se basan en el Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado, fase 6 (CMIP6), con un ajuste a escala reducida propuesto por Noël et al. (2022). En todos los cálculos de esta sección, se utilizan los mismos datos climáticos para cinco modelos diferentes de forzamiento sobre el clima que se incluyen en esa referencia. El clima en 2020, 2035 y 2050 corresponde a promedios de ventanas de 10 años en esas fechas, y 2100 es el promedio de 2095–2100 porque los datos terminan en 2100. Para la población, se utilizan los datos del escenario SSP 126, ajustados para que coincidan con los totales de población de las proyecciones de las Naciones Unidas (proyecciones estándar, disponibles en <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/MostUsed/>).

4.1.1. Mortalidad, morbilidad e impacto de los cambios futuros en la temperatura sobre la productividad

Paraguay experimenta una mortalidad considerable debido a temperaturas no óptimas. Las muertes relacionadas con las altas temperaturas se alinean con los promedios mundiales, pero superan a las de otras naciones dentro de la región de América Latina y el Caribe. Según un estudio, en 2019, aproximadamente 640 muertes en Paraguay (1,9 % del total de muertes de ese año) podrían vincularse con la exposición a temperaturas irregulares, con un 42 % debido a las altas temperaturas y un 58 % a las bajas temperaturas (GBD, 2019). La cardiopatía isquémica es la principal causa de muerte atribuible a las temperaturas no óptimas.

Se prevé que las tasas de mortalidad debidas al cambio de temperatura aumenten significativamente de aquí a 2050, hasta un 22 %. Mediante el uso de una metodología similar a la de la GBD (2019) y Burkart et al. (2021), Schulz-Antipa et al. (2023) señalan que se prevé un aumento en la tasa de mortalidad atribuible a las temperaturas no óptimas en todos los escenarios climáticos. En el peor de los escenarios (SSP 585), se estima que la tasa de mortalidad aumente en un promedio del 22 % en 2050, en comparación con 2020, lo que se traducirá en hasta 380 muertes adicionales al año (gráfico 4.1)⁹⁷. Este notable impacto se alinea con lo expresado por Vicedo-Cabrera et al. (2021), quienes calculan que Paraguay tiene una de las cargas de mortalidad relacionadas con el calor más altas del mundo debido al cambio climático. Schulz-Antipa et al. (2023) concluyen que la mortalidad atribuida a las temperaturas no óptimas aumentará de alrededor del 0,6 % del PIB en 2020 al 0,77 % en 2050⁹⁸.

GRÁFICO 4.1. Cantidad de muertes y cambios en la tasa de mortalidad, atribuibles a las temperaturas no óptimas



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, informados en Schulz-Antipa et al. (2023).

Se prevé que las tasas de hospitalización y de consultas clínicas en el sistema sanitario público de Paraguay aumenten sustancialmente debido a las temperaturas no óptimas. Según García-Witulski et al. (2023), las afecciones relacionadas con la temperatura podrían provocar una cantidad considerable de hospitalizaciones y consultas médicas adicionales al año, sobre todo, entre los hombres. Dado que se prevé que la cantidad de días fríos disminuya y aumente la cantidad días calurosos de aquí a 2050, el cambio climático podría intensificar estos efectos sobre la salud. En el escenario de la SSP 285, las tasas anuales de hospitalización podrían

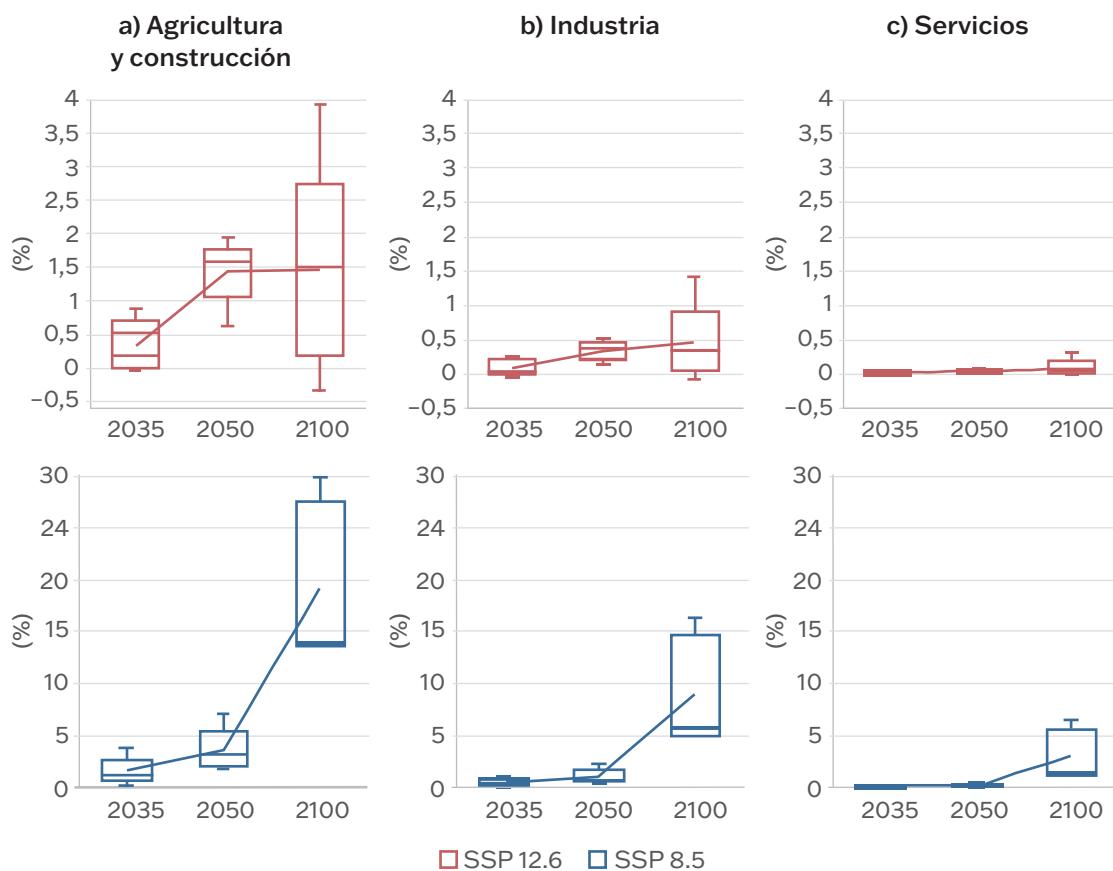
⁹⁷ Nótese que el aumento de la mortalidad en cifras absolutas incluye tanto el crecimiento de la población como el cambio climático.

⁹⁸ Este es el promedio de todos los modelos para el escenario de la SSP 585.

duplicarse y las consultas médicas, triplicarse por cada 100 000 habitantes. Aunque estos aumentos parten de un punto de referencia bajo, se prevé que serán muy marcados en el caso de las enfermedades específicas relacionadas con el calor, como las infecciosas.

Como consecuencia del estrés térmico, se prevé que las tasas promedio de productividad por trabajador disminuirán un 1,3 % en 2050 y un 8,2 % en 2100, en comparación con 2020. Conte Grand y Soria (2023) integran datos climáticos, epidemiológicos y económicos para evaluar las pérdidas de productividad atribuibles al cambio climático. Teniendo en cuenta una función de pérdida de productividad por temperatura, que depende de la intensidad del trabajo y del hecho de que la tarea se realice al sol o a la sombra, aplican el estrés térmico calculado a partir de los datos climáticos actuales y previstos en diferentes escenarios a distintos tipos de trabajadores, en base a la encuesta de hogares del país. Llegan a la conclusión de que, para 2050, las pérdidas promedio de productividad debidas al cambio climático oscilarán entre el 1,4 % y el 3,7 % en el sector agrícola, entre el 0,3 % y el 1,1 % en la industria, y entre el 0,05 % y el 0,2 % en los servicios, según los escenarios de la SSP 12.6 y la SSP 58.5, respectivamente (gráfico 4.2). Estas pérdidas muestran variaciones geográficas, con los departamentos del norte experimentando mayores pérdidas de productividad por trabajador, que los departamentos del sur.

GRÁFICO 4.2. Diferencias de productividad por trabajador, en comparación con 2020



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, informados en Conte Grand y Soria (2023).

Nota: El rango de valores del mínimo al máximo de cada casilla de este gráfico se obtiene a partir de las diferentes estimaciones de cada uno de los cinco modelos climáticos considerados en el estudio. Se trata de promedios para todo el país, que se calculan utilizando como ponderador la cantidad de personas empleadas en cada sector y en cada departamento.

4.1.2. Impacto del cambio climático en los incendios y la contaminación atmosférica

Entre 2001 y 2021, los incendios representaron el 7,1 % de la pérdida de cubierta forestal en Paraguay⁹⁹ y tuvieron efectos adversos sobre la contaminación atmosférica (a través de la emisión de partículas de PM2.5) con consecuencias para la salud pública. Según Sullivan et al. (2022), Paraguay se encuentra en una región que tuvo una de las densidades de incendios más altas del mundo entre 2000 y 2020¹⁰⁰. La temporada alta de incendios forestales se sitúa entre julio y septiembre. Los departamentos de Presidente Hayes y Alto Paraguay son los más perjudicados, y los impactos afectan tanto a los habitantes rurales como a los urbanos, ya que las partículas recorren largas distancias por el aire. La cantidad de puntos calientes¹⁰¹ y áreas quemadas en Paraguay se corresponde estrechamente con los niveles de partículas finas¹⁰²; además, los incendios contribuyeron un promedio de 5,3 µg/m³ a los niveles de PM2.5 en el medio ambiente entre 2003 y 2021, es decir, el 40 % del total (Borchers et al., 2023).

Con el cambio climático, se prevé que la cantidad de muertes causadas por la contaminación atmosférica que provocan los incendios aumente más de un 150 % para 2050, en comparación con 2020¹⁰³. Se espera que el problema empeore con el tiempo, ya que es probable que el cambio climático aumente tanto la frecuencia como la intensidad de las temperaturas más altas y las sequías más prolongadas, que favorecen a los incendios. Borchers et al. (2023) estiman que la actividad de los incendios podría aumentar del 9 % al 46 % para 2050, en comparación con 2020, según el escenario climático, y que la concentración de PM2.5 procedente de los incendios podría aumentar en un 62 % (3,3 µg/m³). La mortalidad relacionada con los incendios podría alcanzar hasta 2097 muertes al año en 2050 (gráfico 4.3): esto representa un aumento de más de 150 % de la mortalidad relacionada con la PM2.5, en comparación con 2020. La mortalidad que provoca la PM2.5 relacionada con los incendios genera un costo monetario equivalente al 1,54 % del PIB del país para 2050. La inclusión de otros daños y perjuicios en las estimaciones de los costos, como el absentismo por contaminación u otros contaminantes (como el ozono) que también se derivan de los incendios, podría aumentar notablemente estos daños y perjuicios¹⁰⁴.

⁹⁹ Véase Global Forest Watch, Paraguay, <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/PRY/>.

¹⁰⁰ La densidad de incendios se mide según la cantidad anual de incendios por kilómetro cuadrado. Armenteras et al. (2021) confirman que Paraguay se encuentra entre los tres primeros países de América Latina en cuanto a proporción de pérdida de bosques por incendio.

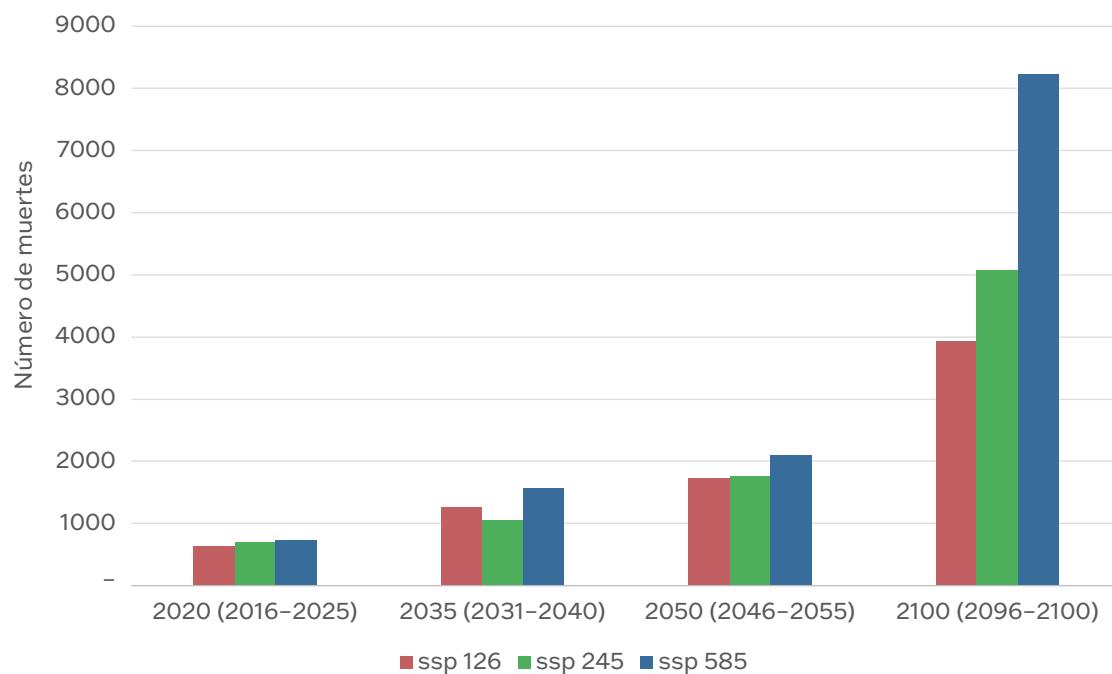
¹⁰¹ Un punto caliente es un píxel de la imagen de satélite con alta intensidad de radiación infrarroja, lo que indica una fuente de calor. Las imágenes por satélite son la forma más común de monitorear los incendios.

¹⁰² Las áreas quemadas de la fuente utilizada en Borchers et al. (2023) son compatibles con otra información, como la señalada por Díaz y Alvaro (2020).

¹⁰³ Parte de este aumento se debe al envejecimiento de la población y a que los individuos de mayor edad son más vulnerables a la contaminación atmosférica.

¹⁰⁴ Para valorar los daños y perjuicios a la salud, Borchers et al. (2023) utilizan el valor de vida estadístico del Banco Mundial y el Instituto de Mediciones y Evaluación de la Salud (2016) para los países de la OCDE, ajustado por diferencias de ingreso y la elasticidad con respecto al ingreso para Paraguay, un procedimiento estándar en este tipo de valoración.

GRÁFICO 4.3. Mediana de muertes atribuibles a incendios, por escenario y año



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, informados en Borchers et al. (2023).

4.2. Impacto del cambio climático en la pobreza

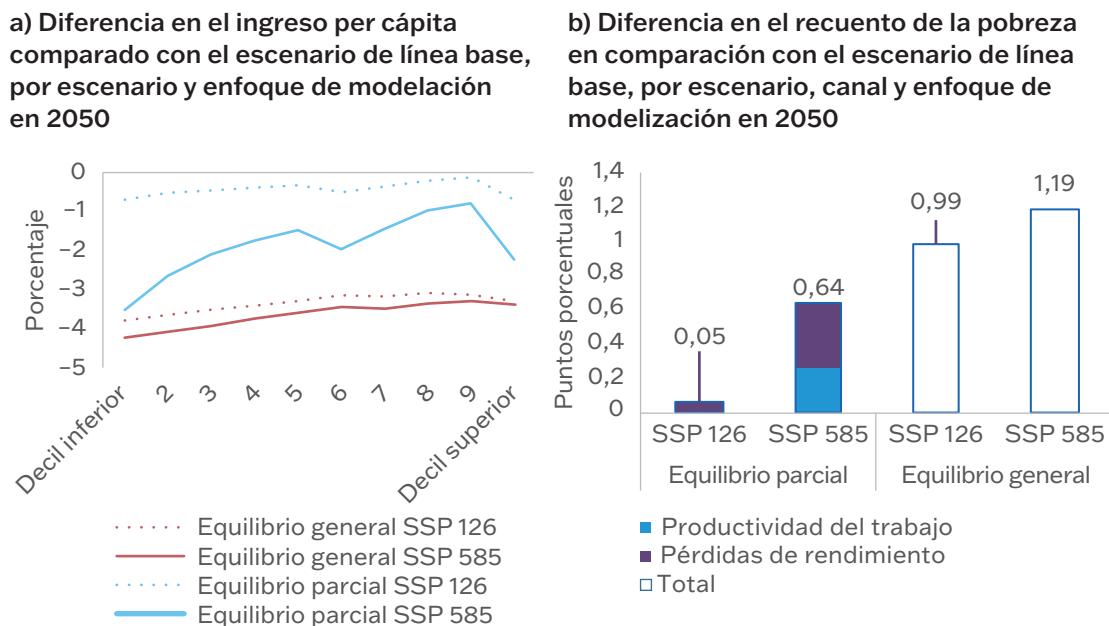
Los eventos climáticos extremos afectarán de manera desproporcionada a las personas pobres y vulnerables. En Paraguay, los peligros naturales tienden a afectar principalmente a las poblaciones de riesgo del norte, el Chaco y los departamentos del sudoeste y el centro. En particular, los departamentos con mayores índices de pobreza (Caaguazú, Caazapá y San Pedro) corren un mayor riesgo de sufrir el calor extremo. Esto se debe, en parte, a que tienen una mayor concentración de hogares encabezados por personas que trabajan en la agricultura familiar, el comercio y los servicios domésticos, lo que se correlaciona con las tasas de pobreza más elevadas. Los pobres ya se encuentran menos preparados para hacer frente a las consecuencias del cambio climático: sus activos son bastante escasos y poco diversificados, ahorran menos y tienen más probabilidades de vivir en zonas propensas a las inundaciones. Esto es así, sobre todo, en el caso de las mujeres de las zonas rurales, debido a las desigualdades con respecto al acceso a las dotaciones de fondos, las oportunidades económicas, y la capacidad de acción y decisión.

El cambio climático frenará el ritmo de reducción de la pobreza, lo que aumentará el índice de pobreza de Paraguay entre 0,05 y 1,19 puntos porcentuales. En el escenario de línea base y sin cambio climático, se prevé que la pobreza (calculada a partir de la línea de pobreza nacional) se reduzca del 26,9 % al 15,5 % entre 2021 y 2050. Esta reducción se debe al crecimiento económico y al cambio estructural, que implica salarios más altos para los trabajadores no especializados. Sin una adaptación adecuada, el cambio climático podría neutralizar algunos de estos progresos. En función del escenario climático y del enfoque de modelización utilizado (equilibrio parcial o general)¹⁰⁵, se prevé que la tasa de pobreza aumente entre 0,05 y 1,19 puntos porcentuales de aquí a 2050 (gráfico 4.4b)¹⁰⁶.

¹⁰⁵ En las estimaciones de equilibrio parcial, se consideran los daños y perjuicios del clima en los hogares cuyas familias trabajan o viven en industrias o departamentos más expuestos y vulnerables al cambio climático. En los efectos del equilibrio general, se tienen en cuenta los efectos de segundo orden que sufren todos los hogares a través de los impactos del cambio climático en agregados macroeconómicos, como los precios, los salarios, la inversión y la demanda de mano de obra (véase Chaves et al., 2023).

¹⁰⁶ Los resultados son cualitativamente similares cuando se utiliza la línea de pobreza internacional de USD 6,85 al día en términos de PPA en 2017. Véase Chaves et al. (2023).

GRÁFICO 4.4. Cambio en las tasas de pobreza en Paraguay para 2050, en comparación con el escenario de línea base, por escenario climático y enfoque de modelización



Fuentes: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos detallados de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) de 2021, proyecciones macroeconómicas del MFMod, funciones de daños y perjuicios en la productividad laboral (Conte Grand y Soria, 2023) y función de daños y perjuicios en el rendimiento (Boulanger et al., 2023).

Nota: Cálculos presentados para dos escenarios de modelos climáticos: proyección de la SSP 126 y la SSP 585. En los cálculos de equilibrio general, se utilizan las proyecciones del MFMod como las principales fuentes de información, mientras que, en los cálculos de equilibrio parcial, se utilizan las funciones de daños y perjuicios desagregadas espacialmente (véase Chaves et al., 2023, para obtener más detalles). En el panel A, se muestra el cambio en la pobreza en 2050, por escenario y enfoque de simulación. En el panel B, se muestran los efectos de equilibrio parcial para los departamentos en los que la encuesta de hogares es representativa.

Se calcula que las zonas rurales y los departamentos que son más dependientes de la agricultura sufrirán impactos más importantes. Las estimaciones indican que, para 2050, la tasa de pobreza en las zonas rurales aumentará entre 0,18 y 2,03 puntos porcentuales debido al cambio climático. Esta cifra es entre 1,6 y 25 veces superior al aumento previsto en las zonas urbanas (gráfico 4.5a). Se espera que el aumento de la pobreza sea más grave en los departamentos donde la estructura económica, hoy en día, depende más de la agricultura primaria, como Caaguazú, San Pedro y Caazapá (gráfico 4.5b). Sin embargo, es importante señalar que el modelo de microsimulación ajusta las tendencias nacionales sin considerar las diferencias regionales. Por lo tanto, los resultados del modelo que muestran un impacto más significativo en departamentos como Caazapá pueden estar influenciados por las ponderaciones de la encuesta utilizadas en la estimación, en lugar de ser un reflejo real de los impactos diferenciales del cambio climático en esos departamentos. Los resultados siguen destacando la importancia de la migración y la reasignación sectorial como posibles medidas de adaptación que podrían utilizarse para mitigar los efectos adversos del cambio climático, pero debe tenerse precaución al interpretar los resultados subnacionales de los modelos.

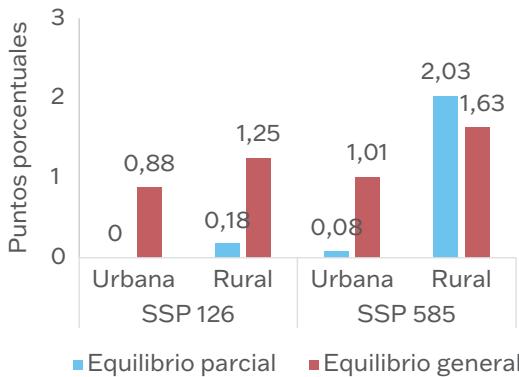
El aumento previsto de la pobreza se explica principalmente por las pérdidas de rendimiento en las cosechas. El cambio climático afecta a la pobreza a través de dos canales principales: i) las pérdidas de productividad laboral por estrés térmico, y ii) las pérdidas de productividad del rendimiento por las sequías, las heladas o las precipitaciones excesivas. Se calcula que el segundo canal impulsará el aumento de la pobreza. Según los modelos de equilibrio parcial, se prevé que, en 2050, en el escenario de la SSP 585, el recuento de la pobreza (utilizando la línea de pobreza nacional) aumente en 0,26 puntos porcentuales debido a la menor productividad laboral, mientras que las pérdidas de rendimiento incrementarán la pobreza en 0,38 puntos porcentuales (gráfico 4.4b). Se prevé que las pérdidas de rendimiento sean 10 veces más altas en el escenario de la SSP 585 que en el escenario de la SSP 126. El efecto de las pérdidas de productividad laboral sobre la pobreza en el escenario de equilibrio parcial SSP 126 parece casi insignificante, ya que el efecto de la temperatura sobre la productividad laboral suele ser una función no lineal en la que sólo se producen pérdidas significativas de productividad cuando los cambios de temperatura superan un determinado umbral. El análisis del estrés térmico muestra que las pérdidas de productividad en el escenario SSP 126 son menores que en el escenario SSP 585, alcanzando un máximo de sólo el 2 % en el caso de la agricultura (e incluso menor en la industria y los servicios). Por lo tanto, si no se supera el umbral en el escenario SSP 126, no habría grandes pérdidas de productividad laboral y, en consecuencia, el impacto sobre la pobreza sería mínimo.

Se prevé que el cambio climático reducirá de manera desproporcionada los ingresos de los paraguayos más pobres. Según el enfoque de modelización y del escenario climático, se estima que los ingresos del decil más pobre de los hogares disminuirán entre un 0,68 % y un 4,2 %, mientras que los ingresos del decil superior disminuirán entre un 0,71 % y un 3,3 %. Las pérdidas de ingresos calculadas por medio del enfoque de equilibrio general (gráfico 4.4a, líneas continuas) son mayores que las pérdidas calculadas según el equilibrio parcial (líneas discontinuas), ya que los efectos indirectos del cambio climático sobre los agregados económicos como los salarios, la demanda de empleo y la inversión (es decir, los mecanismos de equilibrio general) agravan los daños y perjuicios iniciales que sufren quienes viven y trabajan en lugares o sectores directamente afectados por el cambio climático (es decir, los mecanismos de equilibrio parcial). Independientemente del enfoque, es posible que estos cálculos no captén la imagen completa de las pérdidas de bienestar provocadas por el cambio climático debido a la gran sensibilidad del recuento de la pobreza con respecto a lo que ocurre con los hogares que no son pobres y que están cerca de la línea de pobreza¹⁰⁷. Si se observan otras medidas más exhaustivas, como la brecha de pobreza, Chaves *et al.* (2023) señalan aumentos relativamente mayores de la brecha de pobreza debido al cambio climático.

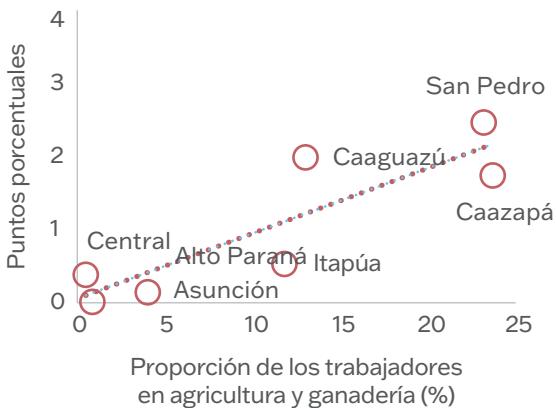
¹⁰⁷ La tasa de recuento de la pobreza aumentaría únicamente si los hogares que no son pobres pasaran a serlo a causa del cambio climático. Esto implica que esta medida no captará las pérdidas de bienestar sufridas por quienes ya son pobres. La brecha de pobreza y la brecha de pobreza al cuadrado son indicadores que podrían captar estos cambios.

GRÁFICO 4.5. Cambio en las tasas de pobreza en Paraguay para 2050, en comparación con el escenario de linea base, en las zonas urbanas y rurales, por departamento

a) Cambio en las tasas de pobreza en Paraguay para 2050, en comparación con el escenario de linea base, en las zonas urbanas y rurales, por departamento



b) Aumento de la pobreza en comparación con el escenario de linea base, por departamento (escenario de la SSP 585 y cálculos de equilibrio parcial)



Fuentes: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en datos detallados de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) de 2021, proyecciones macroeconómicas del MFMod, funciones de daños y perjuicios en la productividad laboral (Conte Grand y Soria, 2023) y función de daños y perjuicios en el rendimiento (Boulanger et al., 2023).

Nota: Cálculos presentados para dos escenarios de modelos climáticos: proyección optimista de la SSP 126 y pesimista de la SSP 585. En los cálculos de equilibrio general, se utilizan las proyecciones del MFMod como las principales fuentes de información, mientras que, en los cálculos de equilibrio parcial, se utilizan las funciones de daños y perjuicios desagregadas espacialmente (véase Chaves et al., 2023, para obtener más detalles). En el panel A, se muestra el cambio en la pobreza en 2050, por escenario y enfoque de simulación. En el panel B, se muestran los efectos de equilibrio parcial para los departamentos en los que la encuesta de hogares es representativa, mediante el uso de la función de daños y perjuicios de la SSP 585 (escenario pesimista).

Cabe señalar que estas simulaciones no incluyen otros canales a través de los cuales el cambio climático aumenta la pobreza, como los siguientes:

- » **Possibles aumentos del desempleo:** aunque la proporción de la población de Paraguay que vive en zonas urbanas es relativamente baja en comparación con el promedio regional (63 % en 2021)¹⁰⁸, una migración más rápida inducida por el clima aumentaría la oferta de mano de obra y, a corto plazo, debido a las fricciones de búsqueda, aumentaría el desempleo y la pobreza transitoria en las zonas urbanas. El empleo informal, ya elevado en un 63,4 %, podría aumentar aún más.
- » **Impacto de las inundaciones urbanas en los medios de subsistencia de los hogares:** la falta de planificación urbana y de infraestructuras resilientes en las zonas urbanas ya aumentó el riesgo de inundaciones. Esto es así en el área de Bañados, cerca del centro histórico de Asunción, uno de los mayores asentamientos informales del país, que alberga a muchas familias de migrantes rurales (BID, 2014). Las inundaciones graves, que se producen cada 5 años en promedio, tienen un costo de entre USD 1,2 millones y USD 1,5 millones para estas familias, en concepto de reubicación temporal y pérdidas de empleo. Se trata de una pesada carga para las familias cuyos ingresos mensuales promedio son inferiores a USD 500 (BID, 2018).
- » **Mayor inseguridad alimentaria (véase también Ervin y Gayoso de Ervin, 2019):** los segmentos más pobres de la población están más expuestos a los aumentos de precios de los alimentos, como consecuencia de los impactos del clima en la producción agrícola.

¹⁰⁸ Estadísticas obtenidas de INE.

Más del 60 % de la canasta de consumo del quintil más pobre corresponde a la categoría de alimentos y bebidas no alcohólicas. El aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones, sobre todo, en las zonas rurales, podrían agravar la inseguridad alimentaria. Aunque en los escenarios globales disponibles no se detectan los impactos importantes del cambio climático sobre los precios de los alimentos en América del Sur, las sequías individuales pueden tener importantes efectos temporales sobre los precios de los alimentos.

- » **Mayor vulnerabilidad a las enfermedades por falta de acceso al agua potable y el saneamiento:** con un menor acceso a los servicios públicos básicos, la población pobre y vulnerable ya se encuentra expuesta de manera desproporcionada a las enfermedades que pueden proliferar en condiciones climáticas extremas. Por ejemplo, solo el 22 % de la población metropolitana de Asunción tiene conexión al sistema de alcantarillado (Ente Regulador de Servicios Sanitarios, 2017), y la mayoría de las aguas residuales se vierten directamente al río Paraguay sin tratamiento, lo que pone en riesgo la salud pública y el ecosistema ribereño (Empresa de Servicios Sanitarios de Paraguay S.A., 2021). Como tales, las inundaciones exponen a la población en general a vectores de transmisión de enfermedades y a las enfermedades transmitidas a través del agua (Grupo Banco Mundial, 2021). En las zonas rurales, la situación es aún más grave. Solo el 51 % de la población rural tiene acceso al agua corriente y solo el 15 %, al saneamiento seguro, porcentajes muy inferiores a los de las zonas urbanas. Las poblaciones pobres e indígenas también sufren de forma desproporcionada la sequía y las inundaciones¹⁰⁹.

4.3. Ayudar a las personas a hacer frente y adaptarse al futuro cambio climático

4.3.1. Ayudar a las personas a hacer frente al calor extremo

En Paraguay, es posible la adaptación voluntaria e inducida al calor en las condiciones laborales. Ya se están llevando adelante algunas medidas de adaptación y se pueden emprender otras para mejorar la resiliencia. En primer lugar, las personas pueden trabajar a la sombra en lugar de al sol siempre que sea posible, y la mecanización puede ayudar a reducir la exposición al sol en la agricultura y la construcción. Cambiar los horarios de trabajo para empezar más temprano (por ejemplo, pasar del horario de 8:00-17:00 al horario de 6:00-15:00) también puede reducir los costos de productividad (Morabito et al., 2020; Parsons et al., 2021; Orlov et al., 2019; Takakura et al., 2018), mientras que ampliar los programas de concientización sobre la capacitación o fomentar el uso de la vestimenta adecuada y el consumo de agua conveniente son medidas que pueden ayudar a las personas a adaptarse (Day et al., 2019; Nunfam et al., 2020; McCarthy et al., 2019). El aire acondicionado puede ser la medida de adaptación más eficaz para las actividades industriales (Costa y Floater, 2020), y aproximadamente el 50 % de los hogares paraguayos tienen equipos de aire acondicionado, aunque el alcance varía a nivel geográfico y según el nivel de ingresos¹¹⁰. Sin embargo, aumentar el uso del aire acondicionado para la adaptación podría incrementar la demanda de energía y poner estrés sobre el sistema eléctrico.

¹⁰⁹ En la región occidental (Chaco, Alto Paraguay, Boquerón, Presidente Hayes), que tiene una alta concentración de pueblos indígenas, la sequía tiene efectos adversos en el uso de la tierra, debido a la deforestación y la degradación del suelo, y en el acceso al agua potable, debido a la contaminación por pesticidas y fertilizantes. El desbordamiento de los ríos también tiene efectos negativos sobre la salud y la vida de los pueblos indígenas, que se encuentran expuestos a diferentes enfermedades debido a las condiciones de insalubridad.

¹¹⁰ Dado que la penetración de los equipos de aire acondicionado en Paraguay es mucho menor en los hogares de bajos ingresos que en los de altos ingresos (Davis et al., 2021), el cambio climático podría aumentar la desigualdad de bienestar debido al acceso no equitativo al aire acondicionado. No se cuenta con este tipo de datos para los lugares de trabajo, pero se puede prever un patrón similar, con una penetración menor en las pequeñas y medianas empresas que en las grandes compañías.

Las normativas sobre los lugares de trabajo también son importantes para minimizar el estrés térmico laboral. Paraguay cuenta con una legislación destinada a atenuar los riesgos laborales causados por el estrés térmico. El Decreto 390/92 y la Ley 5804/2017 definen de manera explícita los límites de calor, según la intensidad del trabajo, y describen los tipos de protección que los empleadores deben proporcionar, como el agua, los tiempos de descanso y la vestimenta específica. Sin embargo, como la proporción de empleados informales es muy alta en Paraguay (63,4 % en el cuarto trimestre de 2022), esos límites de calor solo abarcan a un pequeño porcentaje de trabajadores. Además, aunque la formalidad fuera mayor, las normas laborales pueden atenuar los impactos del cambio climático sobre el bienestar de los trabajadores, pero no evitan totalmente las pérdidas de productividad que se producen con las altas temperaturas. Con el paso del tiempo, el cambio estructural puede reducir las pérdidas por estrés térmico, ya que, como se muestra en el gráfico 4.2, el sector de los servicios se ve menos afectado que la agricultura.

4.3.2. Mejorar el sector de la salud

A medida que aumenten los eventos climáticos extremos, la prestación de servicios de salud se verá sometida a una presión cada vez mayor debido al incremento en la demanda de estos servicios. El sistema sanitario paraguayo está muy fragmentado y ofrece una escasa cobertura de servicios de atención primaria, lo que supone un desafío a la hora de impulsar la prestación de servicios de forma eficiente. El Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) tiene la obligación de prestar servicios sanitarios gratuitos a toda la población, pero, en la práctica, cubre al 75 % de los habitantes. Su red de prestación de servicios es independiente de la del segundo proveedor más importante, el Instituto de Previsión Social (IPS), que presta servicios a los trabajadores formales y cubre alrededor del 20 % de la población¹¹¹.

La atención primaria de la salud, apoyada en un primer nivel asistencial sólido, es un elemento clave para que el sistema sea más eficaz y eficiente. Aunque hoy en día la cobertura es baja, ya que, en diciembre de 2022, solo alcanzaba al 37 % de la población¹¹², centrarse en la promoción de la salud y la prevención y detección precoz de enfermedades es el enfoque más eficaz en función de los costos para mejorar la salud en un contexto de gasto público insuficiente en el sector de la salud. El gasto público en salud en Paraguay promedió USD 266 por persona en 2021, por debajo del promedio latinoamericano de USD 431 y muy por debajo de los niveles de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)¹¹³. Para afrontar con eficacia el impacto previsto del cambio climático, el sistema sanitario de Paraguay se beneficiaría de asegurar un financiamiento público sostenible, mejorar la coordinación entre los subsistemas de atención de la salud existentes y fortalecer la cobertura de la atención primaria de la salud mediante la ampliación del primer nivel de atención.

La integración de la vigilancia de la salud humana, animal y ambiental podría ayudar a fortalecer la estrategia de prevención, preparación y respuesta a las pandemias en Paraguay. Dada la interacción entre los sistemas de salud animal y humana, un sistema integrado de vigilancia y alerta temprana podría prevenir los brotes y mejorar las intervenciones de salud pública. El 75 % de las enfermedades infecciosas que afectan a los seres humanos tienen un origen zoonótico¹¹⁴, y el cambio climático y la persistencia de la deforestación, la urbanización no planificada y los déficits educativos pueden conducir a un aumento de las enfermedades zoonóticas, lo que resulta muy pertinente. Hoy en día, la vigilancia en Paraguay abarca una amplia gama de aspectos relacionados con la salud humana, pero se puede mejorar la vigilancia integrada de los animales y el medio ambiente, por ejemplo, mediante la ampliación de los

¹¹¹ <https://atlasgenero.ine.gov.py/detalle-indicador.php?id=48&year=2021>.

¹¹² MSPBS: Dirección General de Información Estratégica en Salud.

¹¹³ Base de datos de Indicadores del Desarrollo Mundial.

¹¹⁴ <https://www.cfr.org/report/global-governance-emerging-zoonotic-diseases#:~:text=An%20estimated%2060%20percent%20of,2.7%20million%20human%20deaths%20worldwide>.

programas centrados en las enfermedades bovinas para incluir a las aves de corral, los cerdos y otros importantes factores que contribuyen a la producción ganadera del país (Noguera Zayas, Rüegg y Torgerson, 2021). Este enfoque, conocido como “Una Salud”, integra la gestión de las enfermedades humanas y animales en el sistema de salud pública ambiental, con el objetivo de lograr un control exhaustivo de las enfermedades mediante un enfoque multisectorial¹¹⁵.

4.3.3. Mejorando la calidad del agua y el saneamiento

Mejorar la calidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento también podría reducir el impacto de las inundaciones y la sequía en la salud. Como resultado de las inversiones en infraestructuras¹¹⁶, la proporción de población con acceso al abastecimiento del agua mejorada aumentó del 60,7 % al 89,9 %, y la que tiene acceso al saneamiento mejorado aumentó del 59,3 % al 87,3 % entre 2000 y 2020 (Bogado et al., 2022). Sin embargo, cuando se utilizan definiciones más estrictas de acceso al abastecimiento de agua (como, por ejemplo, que la calidad se garantiza a través de una red), el acceso es menor, con un 79 % y un 16,3 % para el agua y el saneamiento, respectivamente, en 2019¹¹⁷. El acceso también es muy desigual: es más bajo en Boquerón y Alto Paraguay, y más alto en Central y Alto Paraná. En Paraguay, solo se da tratamiento al 7,5 % de las aguas residuales antes de verterlas en los cursos de agua; esta cifra es inferior a la de sus pares regionales, como Brasil y Perú, que tratan el 38 % y el 50 %, respectivamente (Bogado et al., 2022). Según cálculos locales, Paraguay necesita invertir USD 487,4 millones por año de aquí a 2030 para que la cobertura de la red llegue a toda la población¹¹⁸, una cifra muy superior a los USD 40 millones anuales de inversión pública destinados al sector entre 2009 y 2019¹¹⁹. Se prevé que el cambio climático afecte al sector, ya que, en épocas de sequía, los vertidos de aguas residuales en los ríos no se diluyen, y cuando hay inundaciones, el agua contaminada inunda la tierra, con su respectivo impacto en la salud de la población, además de los efectos que suelen tener en la salud los servicios de agua y saneamiento de baja calidad o la falta de ellos. El costo del suministro de agua potable aumentará tanto en caso de sequía como de inundaciones.

4.3.4. Mejorar las medidas de respuesta frente a los incendios forestales

Paraguay cuenta con un marco legal para gestionar los incendios forestales, pero, si desarrolla más capacidades, podría garantizar que se cumpla de manera efectiva. En respuesta a los destructivos incendios de 2019, el país implementó un marco legal integral para hacer frente a los incendios forestales¹²⁰, que incluye la definición de funciones y responsabilidades institucionales¹²¹. Un aspecto clave de la legislación es la prohibición de vender tierras que se hayan quemado, con el fin de disuadir a los propietarios de provocar incendios para obtener un beneficio económico. Sin embargo, no existe un registro sistemático de incendios, y solo se registraron unos 100 entre 2007 y 2012 (Molinas-González y Florentín, 2021). El gobierno utiliza puntos calientes de imágenes por satélite¹²² para monitorear los incendios y mejorar la recopilación de datos. El Instituto Forestal Nacional puso en marcha campañas de educación

¹¹⁵ <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/961101524657708673/one-health-operational-framework-for-strengthening-human-animal-and-environmental-public-health-systems-at-their-interface>.

¹¹⁶ La inversión pública en el sector del agua representó el 1,5 % y el 3,8 % del PIB en 2010 y 2020, respectivamente (<http://infralatam.info/>).

¹¹⁷ https://www.sanitationandwaterforall.org/sites/default/files/2020-12/2020%20Country%20Overview_Paraguay_ES.pdf.

¹¹⁸ https://www.sanitationandwaterforall.org/sites/default/files/migrate_default_content_files/Paraguay_Country_Brief.pdf.

¹¹⁹ <http://infralatam.info/>.

¹²⁰ Ley 4014, actualizada en 2021 mediante la Ley 6818, “Manejo Integral del Fuego”.

¹²¹ El INFONA es responsable del cumplimiento de la ley, mientras que el MADES se encarga de controlar los incendios forestales en las zonas protegidas. El INFONA es responsable de autorizar las quemas controladas que realizan los municipios.

¹²² Véase <https://nube.infona.gov.py/index.php/s/6gdNLDswQ5LXFDa>.

para promover la prevención de incendios, mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) proporcionó capacitación y equipos de extinción de incendios forestales a principios de 2023¹²³. Un mayor fortalecimiento de la capacidad técnica y financiera contribuiría a una aplicación eficaz de la ley.

4.3.5. Protección social adaptativa

Paraguay ha avanzado de forma notable en la ejecución de programas de protección de los medios de subsistencia y el empleo para los quintiles más pobres de la población. El programa Pytyvõ, que se lanzó durante la pandemia, tenía como objetivo mitigar el grave impacto económico del COVID-19 en el sector informal (el 64.2 % de la mano de obra en 2021) y en las pequeñas y medianas empresas (pymes). Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el programa Pytyvõ, junto con los programas Adulto Mayor y Tekoporã, evitaron que más de 232 000 personas cayeran en la pobreza. Los programas de asistencia social regulares como *Tenonderã*, que proporciona transferencias monetarias condicionadas que se vinculan con oportunidades productivas para hogares vulnerables, y los planes de protección del empleo como *Ñamba`apo Paraguay* reflejan el compromiso del Gobierno con la promoción de la inclusión socioeconómica de los hogares ubicados en los dos quintiles más pobres, con especial atención a los grupos vulnerables y las mujeres.

Si bien el sistema de protección social de Paraguay cubre alrededor del 88 % del 20 % más pobre de la población, las transferencias del Gobierno podrían estar mejor focalizadas. Aunque el diseño del programa Pytyvõ le permitió llegar a un segmento de la población más vulnerable al dirigirse a los trabajadores informales, una parte no menor fue asignada a segmentos de la población que no son pobres (FMI, 2022), ya que el 36 % de los hogares del quintil superior recibió transferencias públicas en 2020. El sistema de distribución también se encuentra muy fragmentado, con diferentes entidades que participan en actividades de asistencia social.

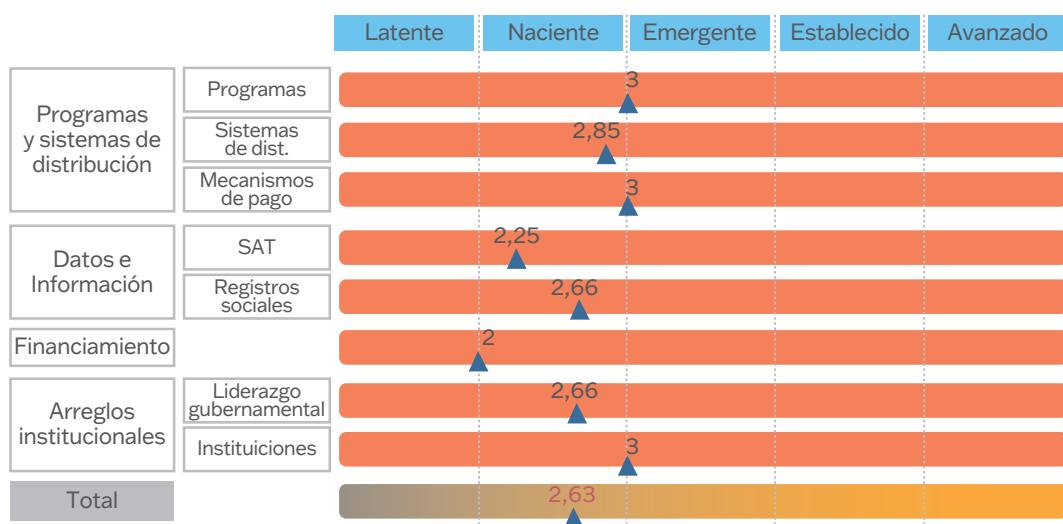
Paraguay carece de un sistema de alerta temprana centralizado en el que pueda basarse la ampliación de los programas de protección social en tiempos de crisis. El país depende de sus servicios meteorológicos, coordinados por la Dirección de Meteorología e Hidrología, que elabora boletines meteorológicos y vigila la posibilidad de que se produzcan eventos hidrometeorológicos. Sin embargo, su capacidad de alerta es limitada y no está en condiciones de difundir información oportuna a las poblaciones propensas a las crisis. Además, aunque el Gobierno está fortaleciendo su capacidad para realizar análisis de riesgos de vulnerabilidad, el país carece de factores de activación objetivos, en los que pueda basarse la posible ampliación de los programas de asistencia social. Paraguay ha logrado algunos avances hacia el diseño de un sistema de alerta temprana, con el trabajo que se realizó en 2018 en la Facultad Politécnica Universidad Nacional de Asunción con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero el sistema no está implementado a nivel nacional. Es necesario trabajar más para que el país pueda establecer un sistema de alerta temprana eficaz y centralizado.

La falta de registros sociales dinámicos, en los que se capturen los datos de múltiples programas, dificulta el seguimiento eficaz de las prestaciones proporcionadas a los hogares vulnerables, en tiempos normales o durante una crisis. Para sus programas de protección social más destacados, Paraguay ha confiado en el sistema de información de gestión *Tekoporã*, donde se almacenan datos de más de 400 000 hogares. Sin embargo, la calidad de los datos se vio afectada por la falta de protocolos de actualización sistemática. Según las consultas realizadas al Gobierno en febrero de 2023, los datos del sistema de información de gestión *Tekoporã* no se actualizan desde su lanzamiento en 2005. Además, dado que los criterios de elegibilidad para las

¹²³ Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay (CBVP) (2023). INFONA y FAO entregan donación al CBVP para fortalecer combate contra incendios, (27 de enero), <http://www.bomberoscbvp.org.py/infona-y-fao-donacion-al-cbvp-para-combate-contra-incendios/>.

respuestas a las crisis de Ñangareko y Pytyvõ incluyen no beneficiarse de ningún otro programa, el Gobierno se embarcó en el desarrollo de un sistema de información de gestión exclusivo para los programas, con el fin de respaldar dichas respuestas. Esto retrasó el despliegue de la ayuda y puso de manifiesto la necesidad de acelerar los esfuerzos hacia la puesta en marcha completa del Registro Social de Hogares (RSH) del país. Además, mediante el decreto presidencial 4775/2021, el Gobierno aprobó el marco estratégico y la priorización de acciones estratégicas del marco de protección social “¡Vamos!”¹²⁴. El marco tiene como objetivo mejorar la inclusión en el registro social mediante el despliegue de un formulario de registro integrado de protección social, o Ficha Integrada de Protección Social (FIPS), que permite a 26 instituciones seleccionar a los beneficiarios de los programas sociales a nivel nacional y subnacional a partir del RSH. Y como las personas necesitan un documento de identidad para inscribirse en el RSH, ¡Vamos! está promoviendo la inclusión de los paraguayos marginados e indocumentados¹²⁵ en el sistema. Más recientemente, mediante el Decreto 804/2023, el Gobierno ha ordenado la reestructuración del Sistema Integrado de Información Social para mejorar la interconexión de las distintas bases de datos. Esto permitiría que los programas de asistencia social se implementen de manera más eficiente y se dirijan a los grupos más vulnerables.

GRÁFICO 4.6. Resultados de la prueba de tensión de la protección social en Paraguay



Para aumentar la resiliencia de los hogares frente a las crisis, el Gobierno podría considerar la posibilidad de implementar las siguientes medidas:

1. Programas, sistemas de prestación y pagos

- » Ampliar la cobertura y la adecuación de las prestaciones de los programas de protección social existentes, como Tekoporã, para mitigar el impacto de las posibles crisis en el bienestar de los beneficiarios vulnerables, al brindarles apoyo mediante un registro social que permita hacer un seguimiento preciso de la asistencia prestada a los hogares vulnerables;
- » Integrar elementos de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático en los programas existentes de apoyo a los medios de subsistencia, como Tenonderã, para reforzar de forma activa la resiliencia de los hogares propensos a las crisis en todo el país;

¹²⁴ <https://gabinetesocial.gov.py/vamos-sistema-de-proteccion-social/>.

¹²⁵ Villalba, Nadia (dic. de 2021). “A los 43 años, ella tiene por primera vez una cédula de identidad gracias al programa ¡Vamos! Esto significa tener por fin una identidad, verse reflejada en un documento oficial y poder existir legalmente”. Base de datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef) sobre Paraguay.

- » Invertir en programas a gran escala y bien secuenciados, con componentes de medios de subsistencia e inclusión económica, que contribuyan al fortalecimiento de la capacidad de resiliencia de los segmentos más vulnerables de la sociedad;
- » Invertir en sistemas de gestión de casos para los mecanismos de atención de quejas y corrección de los programas existentes y temporales;
- » Mejorar los sistemas de pago para que la cadena de suministro de la protección social sea más resiliente, a fin de dar a los beneficiarios una mayor libertad de elección en cuanto al uso de sus derechos y permitir la ejecución de las ampliaciones horizontales sin complicaciones en tiempos de crisis.

2. Sistemas de datos e información

- » Abordar la naturaleza fragmentada de los sistemas de alerta temprana de Paraguay mediante la inversión en el fortalecimiento de su capacidad de alerta temprana;
- » Acelerar los trabajos de puesta en marcha del RSH, al garantizar la adopción de protocolos de intercambio de datos con otras instituciones gubernamentales, establecer protocolos estrictos de actualización de datos y verificar que el FIPS esté totalmente listo para su puesta en marcha sin ningún obstáculo importante (si bien el RSH se beneficiará de la migración de los datos de los 400 000 hogares del sistema de información de gestión Tekoporã, es importante definir una estrategia de ampliación de la cobertura para abarcar a la mayor parte de la población, incluidos los hogares pobres y no pobres);
- » Desarrollar la capacidad técnica del Gobierno para generar pruebas sobre los impactos directos e indirectos de las crisis en el bienestar socioeconómico de la población.

3. Instituciones y asociaciones

- » Establecer una integración vertical institucionalizada entre los sectores de gestión del riesgo de desastres y de protección social para permitir una coordinación fluida en tiempos de crisis;
- » Actualizar la política de gestión del riesgo de desastres del país para reflejar la importante función que debe desempeñar la protección social en la respuesta ante las crisis.

4.3.6. Fortalecer la resiliencia de la infraestructura educativa y reforzar la concientización sobre el cambio climático en los planes de estudio de los estudiantes

La adaptación de la infraestructura educativa del país puede ayudar a fortalecer la resiliencia del sector frente a las crisis climáticas. En una encuesta integral sobre seguridad escolar realizada en 2017, se reveló que Paraguay formaba parte del 31 % de los países participantes que habían financiado la evaluación de riesgos múltiples de todas las instalaciones escolares, lo que llevó a descubrir que el 15 % de sus 3504 escuelas estaban en riesgo de colapso (Paci-Green et al., 2020). Sin embargo, las escuelas del país seguirían beneficiándose de medidas de adaptación para hacerlas más resilientes. Estas son algunas de ellas: sustituir las superficies impermeables y evitar la erosión del suelo mediante un paisajismo inteligente y la plantación de una mayor cantidad de árboles en los terrenos escolares para prevenir los daños por inundaciones; mejorar el aislamiento y la ventilación de las aulas; proporcionar zonas de sombra para amortiguar el impacto del calor en el aprendizaje de los estudiantes (por ejemplo, Park et al. [2020] informan la correlación entre cada grado Fahrenheit adicional y una pérdida del 1 % del aprendizaje¹²⁶);

¹²⁶ El impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria también puede repercutir en el aprendizaje, al provocar que los estudiantes abandonen la escuela (Coughenour et al., 2021, entre otros estudios). Una investigación más profunda sobre el impacto de los eventos climáticos en el aprendizaje ayudaría a orientar las políticas de adaptación en el sector de la educación.

y garantizar el acceso sostenible al abastecimiento de agua potable y el saneamiento, sobre todo, en las regiones cada vez más afectadas por las sequías. Además, en todo el país, los edificios escolares podrían contribuir a la descarbonización mediante la adopción de medidas de uso eficiente de la energía, la realización de exámenes del uso de la energía, y la instalación de paneles solares y sistemas de aire acondicionado eficientes.

El sistema educativo nacional puede contribuir a aumentar la concientización sobre el cambio climático en la población. Una encuesta online realizada en 2022 identificó que los paraguayos son la población de la región que menos conocimiento tiene sobre el cambio climático¹²⁷, mientras que, en una encuesta realizada en tres escuelas del municipio de Villa Hayes, se observó que la educación en materia ambiental se limita a los conocimientos y la iniciativa de los docentes (Miyazaki, Oxilia Dávalos y Leiva Enrique, 2020). El MADES lleva a cabo varias acciones de educación ambiental para el público general, los estudiantes, los docentes y los funcionarios públicos¹²⁸, y el Ministerio de Educación y Ciencias (MEC), encargado de incluir la educación ambiental en el plan de estudios, colabora en diversas acciones destinadas a aumentar la concientización sobre el medio ambiente en las escuelas, por ejemplo, a través de la distribución de historietas sobre los recursos de aguas subterráneas (Houben, 2019). Sin embargo, si existiera una política institucional más integrada para la educación ambiental, esta resultaría más eficaz¹²⁹. Un proyecto de ley sobre educación ambiental que se está debatiendo en el Congreso podría ser un buen comienzo para reforzar la concientización de los estudiantes y del público en general sobre las cuestiones relacionadas con el clima¹³⁰.

El sistema educativo también puede facilitar la transición laboral en un mundo descarbonizado. A medida que el mundo y el país se descarbonizan y las profesiones más verdes sustituyen a las de los sectores más contaminantes, la educación desempeñará una función clave, al promover las competencias necesarias para una transición verde. Hay pocos conocimientos disponibles sobre los tipos de políticas que Paraguay necesitaría para apoyar la transición hacia empleos verdes, por lo que sería beneficioso un futuro compromiso sobre este tema.

4.3.7. Aumentar el conocimiento sobre las diferencias de género en los impactos climáticos y la transición hacia los empleos verdes

Aunque el género es una de las seis aristas transversales de la estrategia climática de Paraguay en su estrategia determinada a nivel nacional, poco se sabe acerca de los impactos sobre el género del cambio climático o acerca de la función del género en las oportunidades económicas que ofrece la transición verde. Sin embargo, existen algunas pruebas relacionadas con la función clave que desempeñan las mujeres en Paraguay en la gestión del agua en sus hogares (Scribano et al., 2018), por lo que, si ese recurso se ve afectado, podría generarse un impacto mayor sobre las mujeres que sobre los hombres. Sería beneficioso analizar los estudios existentes sobre la dimensión del género en la resiliencia frente al cambio climático¹³¹ y las estrategias de descarbonización¹³², y aplicar sus conclusiones en Paraguay.

¹²⁷ El 22 por ciento de los encuestados paraguayos afirmó no haber oído hablar nunca del cambio climático, la proporción más alta de Sudamérica y superior a la media de ALC del 15 por ciento (véase Leiserowitz et al., 2022).

¹²⁸ <http://www.mades.gov.py/page/1/?s=educacion>.

¹²⁹ Otras iniciativas para promover la educación ambiental en las escuelas son las de la Comisión Nacional de Defensa de los Recursos Naturales (CONADERNA). Véase, por ejemplo, <https://www.senado.gov.py/index.php/noticias/noticias-comisiones/11639-concluyen-jornadas-ambientales-en-escuelas-de-itapua-2023-06-21-17-24-52>.

¹³⁰ <http://www.senado.gov.py/index.php/noticias/noticias-comisiones/10198-avanza-analisis-del-proyecto-de-ley-de-educacion-ambiental-2022-08-09-18-10-16>.

¹³¹ Por ejemplo, Fruttero et al., 2023.

¹³² Por ejemplo, <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/3ac11f5a-4bc1-483d-8400-8eeb9aabaa24/content>.

5. Cómo entrar en la trayectoria hacia un desarrollo resiliente con cero emisiones netas

MENSAJES PRINCIPALES

- Alcanzar los objetivos climáticos y de desarrollo de Paraguay requerirá que la economía sea más resiliente y productiva. Se necesitan medidas sectoriales específicas para lograr la descarbonización en la agricultura y el uso de la tierra, el transporte, el agua y otros sectores, pero también acciones a nivel de toda la economía destinadas a promover un crecimiento más resiliente y sostenible.
 - Dado el limitado margen fiscal de Paraguay, el financiamiento de las necesidades de inversión para la adaptación y el fortalecimiento de la resiliencia constituyen un desafío, pero son factibles. El desarrollo del mercado financiero permitiría al sector privado desempeñar una función más activa, pero contar con un sector público más eficaz y eficiente sigue siendo fundamental para reorientar los incentivos hacia las acciones más respetuosas con el clima.
-

5.1. Necesidades de inversión

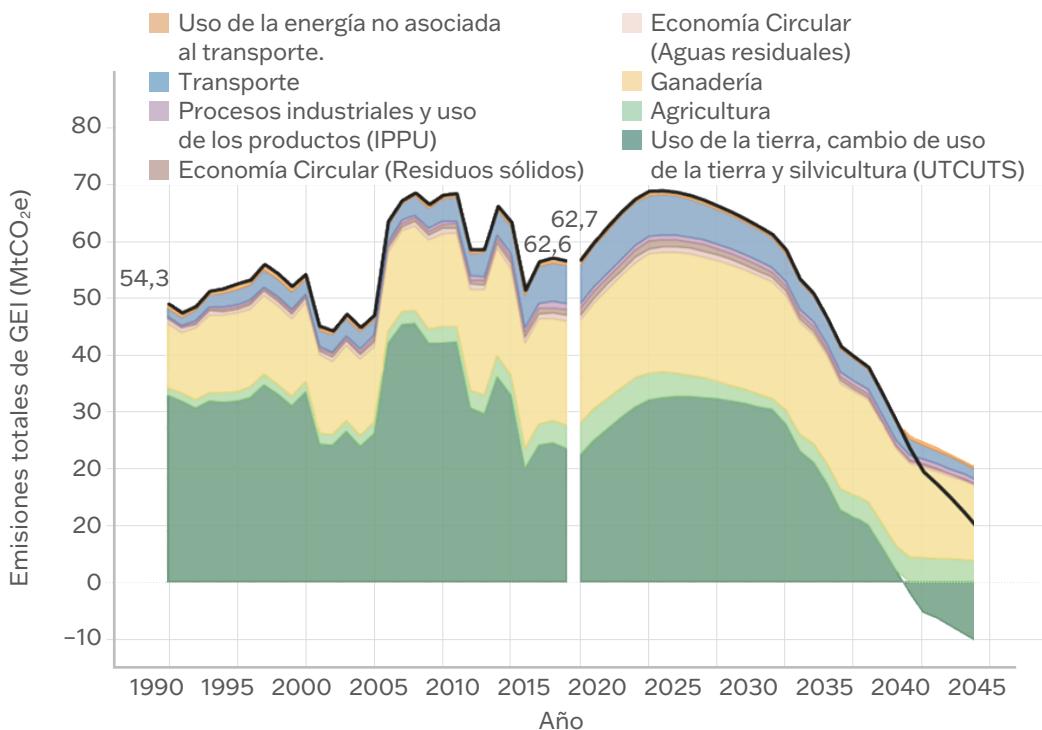
Paraguay tiene un gran potencial para alcanzar el objetivo de cero emisiones netas de CO₂ mediante una combinación de políticas estratégicas, desarrollo de energías renovables y prácticas de producción sostenibles. Sus abundantes recursos hidroeléctricos pueden servir de piedra angular para alcanzar el objetivo de cero emisiones netas. Al maximizar el uso de sus centrales de energía hidroeléctrica existentes e invertir en la expansión de la infraestructura de las energías renovables, Paraguay puede reducir de forma significativa su dependencia de los combustibles fósiles, sobre todo, en los sectores del transporte y la industria, para acelerar la transición hacia una combinación de energías más limpias. Dado que el país está favorecido por vastas extensiones de bosques tropicales, la ejecución de iniciativas eficaces de conservación y reforestación de los bosques también puede ayudar a capturar y almacenar CO₂. El fomento de prácticas agrícolas sostenibles (como la promoción de sistemas de agrosilvicultura y la reducción de la deforestación asociada a la ganadería) puede contribuir aún más a reducir las emisiones. Por último, incentivar la adopción de vehículos eléctricos, mejorar los sistemas de transporte público y potenciar las medidas de eficiencia energética en las industrias y los hogares puede reducir sustancialmente la huella de carbono del país.

Mediante las transformaciones del desarrollo que se evalúan en el capítulo 4, Paraguay podría eliminar sus emisiones de CO₂ y reducir todas las demás emisiones (incluido el metano procedente del ganado y los residuos, y el óxido nítroso procedente del uso de fertilizantes) en un 80 % con respecto a los niveles recientes. En el gráfico 5.1, se muestran las emisiones históricas y proyectadas de los principales sectores emisores en la trayectoria hacia el objetivo de cero emisiones netas¹³³. Las emisiones del sector del uso de la energía son mínimas debido a la gran proporción de energías renovables en la generación de electricidad; además, las emisiones del transporte, la economía circular, el cambio en el uso de la tierra y la

¹³³ La trayectoria hacia el objetivo de cero emisiones netas se elaboró a partir de los datos de emisiones del inventario nacional de Paraguay. El nivel de emisiones de este conjunto de datos es muy inferior al de conjuntos de datos internacionales comparables como los de la Herramienta de Indicadores de Análisis Climático (CAIT). Sin embargo, esta divergencia se debe, en gran medida, a las diferencias en los factores de conversión entre actividades específicas (por ejemplo, el consumo de combustibles fósiles) y las emisiones de GEI utilizadas en los dos conjuntos de datos, donde los datos subyacentes sobre las actividades específicas son bastante similares. Por lo tanto, la elaboración de una trayectoria hacia el objetivo de cero emisiones netas a partir de los datos de la CAIT arrojaría resultados similares (a los que se aplicaría un factor de conversión).

silvicultura disminuyen prácticamente por completo. Las emisiones restantes proceden de la agricultura y la ganadería. Obsérvese que, aunque las emisiones totales siguen siendo positivas debido al metano, las emisiones netas de CO₂ caen por debajo de cero en 2050.

GRÁFICO 5.1. Trayectoria hacia el objetivo de cero emisiones de CO₂ en Paraguay



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial y datos gubernamentales sobre las emisiones históricas.

La transición a este futuro con bajas emisiones de carbono y resiliente al clima requeriría un aumento anual de las inversiones de aproximadamente el 2,1 % del PIB hasta 2050, con cerca de dos tercios procedentes del sector privado. Este costo aumenta con el paso del tiempo, y aumentando desde un 1,3 % del PIB entre 2023 y 2030 al 2,9 % entre 2030 y 2050 (tabla 5.1). Antes de 2030, se asume que alrededor del 45 % de estas inversiones son públicas (sobre todo, en transporte público) y el resto (en especial, para la electrificación de vehículos y el cambio de uso de suelo) son privadas. Después de 2030, se asume que solo el 24 % de las inversiones serán públicas, ya que la mayoría se concentrarán en cambios en el uso de la tierra y energías renovables adicionales. Estos volúmenes son mucho mayores que el monto total de financiamiento climático que Paraguay recibió entre 2019 y 2021, que el MADEs calcula en USD 181 millones o 0,4 % del PIB¹³⁴. Sin embargo, el aumento total previsto de las inversiones relacionadas con el clima es pequeño en comparación con las inversiones anuales necesarias para alcanzar las metas de los ODS en 2030 asociadas al desarrollo de infraestructura. (Brichetti et al., 2021).

Los beneficios de invertir en la descarbonización, a través de la eficiencia energética, la electrificación del transporte y el cambio en el uso de la tierra, serían mucho mayores que los costos asociados (tabla 5.2). Por ejemplo, los beneficios de las inversiones en eficiencia energética son 1,7 veces superiores a sus costos en términos de consumo de electricidad evitado. Los beneficios del cambio de uso de suelo son 1,6 veces superiores, a través de mayores ingresos y ahorro de costos, y llegan a ser 3,2 veces superiores si se consideran los cobeneficios, tales como las mejoras en los servicios ecosistémicos; y, al reducir los costos

¹³⁴ Aproximadamente la mitad se recibió en forma de subvención, otro tercio en pago por resultados y el resto como préstamos.

de funcionamiento de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos de motor de combustión, los beneficios de la electrificación del transporte son 7 veces superiores y llegan a ser 9 veces superiores si se tienen en cuenta cobeneficios tales como la reducción de emisiones.

TABLA 5.1. Inversión necesaria en Paraguay en el escenario de resiliencia con cero emisiones netas, incluidas las inversiones de acceso (% del PIB)

Investment	Promedio de 2022–2030		Promedio de 2031–2050	
	Tradicional-mente públicas	Tradicional-mente privadas	Tradicional-mente públicas	Tradicional-mente privadas
Objetivos de Desarrollo Sostenible de Infraestructura				
Acceso al transporte por carretera	1,57 %		0,60 %	
Acceso al suministro de agua y al saneamiento	0,87 %		0,27 %	
Acceso a la electricidad	0,16 %		0,07 %	
Acceso a telecomunicaciones		0,33 %	0,16 %	
Transmisión y distribución de electricidad	2,44 %			
Generación de electricidad de la ANDE	0,48 %		0,15 %	
Adaptación y Mitigación al Cambio Climático				
Energías renovables en la generación de electricidad				1,40 %
Eficiencia energética	0,01 %	0,07 %	0,01 %	0,09 %
Carreteras resilientes	0,005 %		0,002 %	
Cambio en el uso de la tierra		0,06 %		0,85 %
Transporte activo y público	0,42 %		0,14 %	
Infraestructura de recarga para vehículos eléctricos	0,02 %	0,01 %	0,52 %	0,1 %
Electrificación de vehículos		0,28 %		-0,34 %
Resiliencia de las vías navegables	0,11 %		0,04 %	
Descarbonización de las vías navegables		0,21 %		0,05 %
Riego		0,01 %		0,01 %
De biomasa a electricidad (para cocinar)		0,06 %		0,04 %
Total (ODS de infraestructura+clima)	6,10 %	1,03 %	1,96 %	2,20 %
Total (solo clima)	0,57 %	0,70 %	0,71 %	2,20 %

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de Brichetti et al. (2021).

Notas: Las inversiones en infraestructuras clasificadas como públicas podrían financiarse con capital privado a través de asociaciones público-privadas. Durante el período 2010–2019, la inversión privada en el sector del agua, la energía, el transporte y las telecomunicaciones representó el 10,5 % de la inversión total en infraestructuras, principalmente en concesiones de carreteras, según Infralatam y la base de datos sobre la participación privada

en la inversión del Banco Mundial. Las *inversiones en energía* en el punto de referencia equivalen a las que se detallan en el plan maestro de la ANDE; el acceso al transporte por carretera incluye la sustitución de activos y las nuevas inversiones; el acceso al suministro de agua y al saneamiento incluye la inversión de capital para garantizar el acceso al agua potable y el saneamiento gestionados de manera segura; y el acceso a las telecomunicaciones incluye el acceso al servicio de Internet fijo de banda ancha y de Internet móvil de 4G.

TABLA 5.2. Costos, beneficios y cobeneficios de las inversiones públicas y privadas en mitigación y adaptación en el escenario de cero emisiones netas (en miles de millones de USD, con una tasa de descuento del 6 %), 2023–2050

	Costos totales	Beneficios totales	Cobeneficios
Eficiencia energética	0,68	1,17	
Cambio en el uso de la tierra	25,24	40,72	40,26
Electrificación del transporte	2,14	18,08	2,4

Opciones para financiar la transición hacia el objetivo de cero emisiones netas

Paraguay ha sido un ejemplo de políticas fiscales y de deuda prudentes, pero las crisis climáticas y la pandemia del COVID-19 han reducido el margen fiscal en los últimos años. Entre 2003 y 2018, Paraguay registró un superávit presupuestario promedio del 0,1 % del PIB, en contraposición con los déficits presupuestarios del 2 % al 3 % del PIB registrados por algunos de sus pares. La deuda del sector público alcanzó el 22 % del PIB a finales de 2018, muy por debajo del promedio de los países de ingreso mediano alto y de América Latina y el Caribe (47,5 % y 51,8 %, respectivamente) en ese momento. El Gobierno también aprobó la Ley de Responsabilidad Fiscal (LRF) en 2013, que limita los déficits presupuestarios anuales al 1,5 % del PIB y el crecimiento real del gasto primario al 4 %. Pero en 2019, el gobierno invocó la cláusula de escape de la FRL debido a una sequía, y posteriormente la prorrogó en 2020 debido al impacto de la pandemia COVID-19. Entre 2019 y 2020, el déficit presupuestario aumentó más del doble, del 2,8 % al 6,1 % del PIB, mientras que el ratio de deuda saltó del 22,9 % al 33,8 % del PIB. Aunque la política fiscal ha seguido posteriormente una senda de consolidación para reducir el déficit de nuevo a su techo legal del 1,5 % del PIB, el ritmo de esta consolidación ha sido más lento de lo esperado, y la vuelta al FRL se ha pospuesto de 2024 a 2026.

Históricamente la inversión pública ha sido insuficiente para satisfacer las necesidades de desarrollo y climáticas. El gasto de capital ha sido bajo en Paraguay, con un promedio del 2 % del PIB entre 2003 y 2018. Dicho gasto aumentó a un promedio del 3 % del PIB en 2019–2023 (tabla 5.3) a medida que el gobierno promulgó medidas anticíclicas para apoyar la economía durante la pandemia del COVID-19, pero se prevé que vuelva a disminuir a medida que se esfuerza por alcanzar el objetivo de déficit fiscal para 2026. Las proyecciones oficiales indican una reducción de la inversión pública al 1,6 % del PIB en promedio durante 2024–2028¹³⁵. Parte del problema es que Paraguay no recauda suficientes ingresos. La relación ingresos/PIB del gobierno central promedió el 13,9 % del PIB durante 2019–2023, y los impuestos/PIB promediaron el 9,9 % del PIB, aproximadamente la mitad del promedio regional. Los altos niveles de informalidad, los bajos niveles de confianza¹³⁶, la percepción de corrupción generalizada¹³⁷ y la evasión fiscal son algunos de los factores que limitan la recaudación de ingresos fiscales. El Gobierno ha empezado a abordar estos problemas fusionando sus organismos internos de recaudación de impuestos y aduanas, y aumentado el uso de la facturación electrónica.

¹³⁵ Véase el Informe sobre las finanzas públicas (MEF, 2023), p. 113.

¹³⁶ Según Latinobarómetro (2020), el 87 % de los paraguayos tenía poca o ninguna confianza en el gobierno; esta cifra es superior a la media (no ponderada) del 71 % de otros 15 países latinoamericanos.

¹³⁷ Paraguay ocupa el puesto 128 de 180 países en el Índice de Percepción de la Corrupción de Transparency International (2022). Pero esto supone una mejora con respecto al puesto 154 de 178 países en 2010.

TABLA 5.3. Principales sumas totales en materia fiscal (% del PIB)

	2020	2021	2022	2023
Ingresos	13,5	13,7	14,0	14,0
Ingresos tributarios	9,5	9,8	10,3	10,1
Impuestos sobre la renta	2,5	2,6	3,0	2,5
Impuestos selectivos al consumo	1,2	1,1	0,9	1,0
IVA	4,9	5,0	5,2	5,1
Ingresos y donaciones no tributarios	4,0	4,0	3,8	3,8
Gastos	19,7	17,3	17,1	18,1
Gastos ordinarios	16,1	14,4	14,2	15,5
Remuneración de empleados	7,3	6,6	6,7	6,6
Compras de bienes y servicios	1,4	2,0	1,5	2,0
Pago de intereses	1,1	1,1	1,2	1,7
Transferencias sociales	3,8	2,4	2,5	2,9
Otros gastos	2,5	2,3	2,2	2,4
Gastos de capital	3,6	2,9	2,9	2,6
Financiamiento/endeudamiento neto (saldo general)	-6,1	-3,6	-3,0	-4,2
Saldo primario	-5,1	-2,5	-1,7	-2,5
Deuda del sector público (sin el BCP)	34,5	34,5	36,1	38,6
Deuda pública interna	4,8	4,6	4,1	5,2
Deuda pública externa	29,7	29,9	31,9	33,4

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en estimaciones del MdF, BCP, FMI y Banco Mundial.

Aunque las necesidades climáticas y de desarrollo de Paraguay requieren mayores cantidades de financiamiento privado, el sector público también tiene un papel crucial que desempeñar. Si bien la reducción de la inversión pública como porcentaje del PIB puede estar justificada a corto plazo para permitir a Paraguay cumplir con su objetivo fiscal para 2026, a largo plazo, Paraguay tendrá que apalancar mucho más financiamiento público y privado si quiere cerrar las grandes brechas en infraestructura básica y capital humano, además de abordar el impacto del cambio climático. Cada vez hay más pruebas de que las inversiones públicas pueden “atraer” inversiones privadas, especialmente cuando ambos tipos de capital son complementarios (Eden y Kraay, 2014; Matvejevs y Tkacevs, 2023) y cuando se trata de desarrollar tecnologías con bajas emisiones de carbono (Deleidi et al., 2020, Olmos et al., 2012). En las siguientes secciones se presentan algunas opciones para movilizar más recursos públicos y privados para la acción climática.

5.1.1. Política fiscal para la acción climática

Garantizar que las políticas de recaudación y gasto apoyen la acción por el clima

Paraguay tiene varias opciones a la hora de utilizar los ingresos públicos para apoyar mejor el desarrollo y la acción climática. El gobierno reconoce la necesidad de movilizar más recursos para la adaptación y mitigación del cambio climático, así como para cerrar las brechas de desarrollo. En lugar de aumentar los tipos impositivos legales de los impuestos a personas,

empresas y sobre el valor añadido, el gobierno ha optado por mejorar la administración tributaria (fusionando las autoridades tributarias y aduaneras en julio de 2023, así como aumentando el uso de la facturación electrónica), y ampliar la base tributaria abordando la informalidad y haciendo frente a la evasión fiscal. Sin embargo, Paraguay tiene otras opciones:

- » **En primer lugar, podría revisar y optimizar los gastos fiscales, que ascendieron a un 1,5 % del PIB en 2021.¹³⁸** En particular, podría revisar las deducciones y exenciones del IVA para garantizar que sean progresivas y tengan el impacto deseado en la formalización de los trabajadores. Los gastos fiscales también pueden contribuir a incentivar las actividades sostenibles desde el punto de vista medioambiental y a desincentivar las contaminantes. Por ejemplo, los incentivos a la inversión y los créditos fiscales podrían orientarse mejor hacia el desarrollo de tecnologías bajas en carbono por parte de las empresas, empresas más eficientes desde el punto de vista energético, inversiones en sectores “verdes” o un comportamiento más cuidadoso con el medio ambiente por parte de los hogares. La cantidad de créditos fiscales entregados a las empresas también podría variar en función de la sostenibilidad de los métodos de producción, concediéndose a los productos certificados un tipo impositivo reducido en comparación con los no certificados.
- » **En segundo lugar, el Gobierno podría tomar medidas para recaudar más ingresos de los impuestos sobre la propiedad y el uso del suelo, que sólo representaban el 0,2 % del PIB en 2021 (OCDE, 2023).** Esto podría hacerse ampliando la inclusión de propiedades en el catastro, compatibilizando los diferentes registros de la propiedad y actualizando el valor tasado de las tierras rurales, que es bajo en comparación con su valor de mercado. Un estudio realizado en 2007 por el Banco Mundial en el departamento de Caaguazú indicó que los valores fiscales de las propiedades rurales representan en promedio menos del 2 % de sus valores de mercado, en contraste con las mejores prácticas, que se sitúan entre el 60 % y el 70 % del valor de mercado. Una mayor recaudación del impuesto sobre la propiedad podría aumentar la cantidad de recursos disponibles para que los municipios inviertan en adaptación, y/o disminuir la dependencia de los municipios de los ingresos asociados a la represa binacional de Itaipú.

Los impuestos ambientales podrían ser un instrumento clave para financiar la adaptación al cambio climático y acelerar la descarbonización del sector del transporte. Las estimaciones del Banco Mundial indican que el precio promedio del carbono¹³⁹ en Paraguay —una medida de las formas directas e indirectas de fijación de precios del carbono— se redujo de 46 USD por tonelada de carbono en 2017 a -2 USD en 2022. Esta reducción reflejó principalmente la decisión del gobierno de reducir los impuestos especiales sobre la gasolina y el diésel, y los ingresos no percibidos de la exención del IVA sobre estos combustibles, durante un período de precios mundiales más altos de los combustibles. El compromiso del Gobierno de introducir un impuesto sobre las emisiones de CO₂ de los combustibles líquidos para mayo de 2025 es un primer paso prometedor hacia el aumento final del precio total del carbono¹⁴⁰. El Gobierno podría plantearse aumentar progresivamente el impuesto sobre el carbono en el futuro, compensando al mismo tiempo a la población pobre y vulnerable mediante transferencias sociales. A largo plazo, a medida que aumente el uso de vehículos eléctricos y disminuyan los ingresos del impuesto sobre el carbono, Paraguay podría considerar la posibilidad de aplicar un impuesto sobre los kilómetros recorridos por los vehículos para fijar el precio de externalidades como la congestión y los accidentes de tráfico. Dado que los vehículos eléctricos e híbridos están actualmente exentos del impuesto aduanero a la importación y del impuesto al valor agregado durante 10 años, el Banco Mundial estima que Paraguay podría recaudar un 0,46 % del PIB menos en ingresos anuales en comparación con la situación actual en el último

¹³⁸ Informe de Finanzas Publicas, MEF (2022), page 134.

¹³⁹ Siguiendo a Agnolucci (2023), el Precio Total del Carbono se calcula como media de los precios directos del carbono (determinados a través de los sistemas de comercio de derechos de emisión y los impuestos sobre el carbono) y los precios indirectos del carbono (subvenciones energéticas e impuestos especiales).

¹⁴⁰ En un primer momento, el Gobierno prevé reducir los impuestos selectivos sobre el consumo de gasolina y GLP, de modo que el tipo impositivo efectivo sobre cada combustible no varíe (FMI, 2024).

año del incentivo (2031) en un escenario de descarbonización moderada¹⁴¹ del transporte. Las pérdidas anuales de ingresos derivadas de un menor consumo de combustible se estiman en un 0,38 % para 2050 en comparación con la situación actual.

Revisión de la norma fiscal para proteger las inversiones públicas y mejorar el carácter anticíclico de la política fiscal

La norma fiscal de Paraguay ha sido un elemento clave de su notable capacidad para mantener la sostenibilidad fiscal y de endeudamiento, pero debe renovarse para respaldar la acción climática. La LRF, que se aprobó en 2013 y entró en vigor en 2015, estipula un tope de déficit fiscal del 1,5 % del PIB y un crecimiento real del gasto primario corriente no superior al 4 %. En caso de emergencia nacional o disminución de la actividad económica interna, el déficit puede llegar al 3 % del PIB. La LRF ayudó a Paraguay a mantener bajos los desequilibrios fiscales y de endeudamiento, al reforzar la confianza de los inversionistas extranjeros y garantizar el acceso a los mercados financieros internacionales con tipos de interés favorables. Sin embargo, las normas fiscales no siempre facilitan una acción climática eficaz, ya que pueden limitar la inversión pública y carecer de flexibilidad, sobre todo, en caso de desastres naturales. De hecho, este puede ser el caso de Paraguay, donde los déficits fiscales presupuestados se fijan *ex ante* en el 1,5 % del PIB y se realizan correcciones a mitad de año para autorizar gastos adicionales en épocas de prosperidad o recortar gastos (por lo general, de la inversión pública) en épocas de crisis (FMI, 2021). De este modo, el tope se convierte en un objetivo. En el objetivo de déficit fiscal nominal, no se tiene en cuenta la posición cíclica del país y ello también puede contribuir a la tendencia cíclica de la política fiscal.

El ajuste de la LRF podría ayudar a Paraguay a mejorar el carácter anticíclico de la política fiscal y, por lo tanto, su capacidad para responder adecuadamente a las crisis climáticas. En diciembre de 2020, el MdF elaboró y presentó al Congreso Nacional una versión preliminar de la nueva Ley de Responsabilidad Fiscal (LRF 2.0), que proponía mantener el tope del déficit en el 1,5 %, pero también perfeccionar la definición de la cláusula de escape, endurecer las restricciones al crecimiento del gasto primario corriente real e introducir un tope de endeudamiento del sector público del 40 % del PIB. En los debates, se consideró la posibilidad de crear un consejo fiscal independiente y un fondo de estabilización soberano para moderar los ingresos y financiar medidas de estímulo anticíclicas en tiempos de crisis. El fondo soberano podría financiarse con las regalías de las represas binacionales de Itaipú y Yacyretá, o con los ingresos adicionales que se obtendrían si se modificaran determinados aspectos del Anexo C del tratado de Itaipú. Los ingresos podrían nivelarse mediante la orientación de mayores cuotas de las regalías cuando el crecimiento proyectado (o las precipitaciones) superen la tendencia, y la activación de retiros cuando ocurra lo contrario. Esto permitiría al Gobierno destinar más recursos a contrarrestar el impacto de las crisis, por ejemplo, a través del aumento de las transferencias sociales. Sin embargo, los debates en torno a la LRF 2.0 no han avanzado, en parte porque la vuelta a la LRF original se ha pospuesto hasta 2026.

Reactivar el debate sobre la idoneidad de la norma fiscal para sostener un mayor nivel de inversión pública y mitigar el impacto de las crisis es importante tanto para la agenda del cambio climático como para la de desarrollo. Según la cláusula de escape de la LRF, se permite al Gobierno aumentar el déficit hasta el 3 % del PIB en caso de crisis de la actividad económica nacional, pero esto podría perfeccionarse para especificar la magnitud de la crisis que desencadenaría la suspensión de la norma y garantizar el restablecimiento de la norma durante los tres años siguientes al evento. Por ejemplo, en la LRF 2.0, se propone que la cláusula de escape se active si el crecimiento estimado del PIB es un 75 % inferior a la tasa promedio de crecimiento de los 10 años anteriores. El país también podría plantearse la creación de excepciones para las inversiones públicas relacionadas con el clima, a fin de garantizar que puedan mantenerse incluso durante los ajustes fiscales. Sin embargo, antes de poder hacerlo,

¹⁴¹ El escenario moderado es consistente con una disminución del 60 % de las emisiones de GEI procedentes del transporte en comparación con el escenario de referencia.

es necesario contar con un sistema sólido para identificar y supervisar ese gasto relacionado con el clima. El Gobierno está trabajando en la integración del etiquetado climático en los sistemas presupuestarios y de gestión de la inversión pública.

5.1.2. Aprovechar el financiamiento privado para la acción climática

Mejorar los esfuerzos para establecer el comercio de derechos de emisión de carbono

Paraguay podría mejorar su Régimen de Servicios Ambientales (RSA), establecido en 2006, para garantizar que alcance todo su potencial. El RSA se creó para permitir que los propietarios de tierras que mantienen una cubierta forestal superior a la reserva forestal obligatoria vendan certificados de servicios ambientales (CSA) a los propietarios de tierras con déficit forestal. El MADES emite dos tipos de CSA: los certificados no comerciables, que se pueden negociar una sola vez entre los proveedores de servicios ambientales y quienes están obligados por ley a comprarlos, y los títulos de servicios ambientales, que se pueden comerciar libremente en un mercado secundario y utilizarse para compensar hasta el 50 % de los impuestos. Sin embargo, hasta la fecha, el mecanismo no ha creado un mercado nacional viable de compensación ni ha alcanzado a compradores extranjeros. Pese al gran déficit forestal de todo el país en virtud de la Ley Forestal (alrededor de 2,5 millones de hectáreas), hasta abril de 2019, solo 214 000 hectáreas de tierras forestales no públicas contaban con la certificación del RSA, y solo se habían comercializado compensaciones por un valor de 20 500 hectáreas. Existen varios cuellos de botella, entre ellos, la falta de certificación ambiental debido a un catastro de tierras obsoleto; los altos costos de transacción; la falta de integración con el presupuesto del Gobierno debido a las consecuencias potencialmente inviables de las compensaciones fiscales; y la ausencia de integración con los mercados mundiales de carbono (Banco Mundial, 2020). Paraguay podría mejorar la viabilidad del RSA mediante la integración de los procesos de seguimiento forestal con una mayor claridad en la definición y demarcación de la reserva forestal obligatoria, y la duplicación de los esfuerzos para actualizar el catastro de tierras. El país podría recaudar más de USD 16 millones al año si pudiera compensar incluso la mitad del área potencial del déficit forestal nacional con los CSA.

Paraguay podría mejorar su acceso al financiamiento internacional destinado a la protección de los bosques mediante la creación de un marco regulatorio para los mercados de carbono. En octubre de 2023, Paraguay aprobó una ley de créditos de carbono que define la propiedad del carbono reducido, evitado y capturado que da origen a los créditos de carbono generados en Paraguay y transferidos al extranjero. Varios agentes privados han generado anteriormente créditos de carbono en el marco de sistemas de certificación independientes¹⁴². Aunque los mercados de carbono podrían representar una oportunidad sin explotar para que Paraguay obtenga financiamiento climático, será necesaria una mayor claridad sobre las reglas del juego para generar confianza entre compradores y vendedores. En particular, Paraguay tendrá que tomar medidas para abordar los riesgos políticos y normativos a los que se enfrentan los inversores privados, por ejemplo, estableciendo un sistema creíble de medición, reporte y verificación, instituyendo mecanismos para prevenir las transacciones fraudulentas y evitar la doble contabilidad, y garantizando que los créditos sean adicionales (es decir, que las emisiones no se habrían reducido de otro modo).

Profundización del mercado financiero

El sistema financiero paraguayo se enfrenta a dos importantes desafíos climáticos interrelacionados: la gestión de los riesgos climáticos y ambientales, y la movilización de capital financiero para las inversiones de mitigación y adaptación. Los riesgos relacionados

¹⁴² 8 empresas ya han registrado créditos y otras 4 se encuentran en distintas fases de aprobación. (<https://gspp.berkeley.edu/faculty-and-impact/centers/cepp/projects/berkeley-carbon-trading-project/offsets-database>).

con el clima pueden causar crisis en el sistema financiero que reduzcan el interés por la inversión, incluidas las inversiones verdes¹⁴³. La expansión de las finanzas verdes (definidas como el financiamiento de las inversiones que proporcionan beneficios ambientales y apoyan el logro de los objetivos climáticos) también se ve limitada por otros factores que restringen la profundidad, la eficiencia y el alcance del sector financiero en general. Esto incluye el acceso al financiamiento a largo plazo (una barrera importante, ya que el período de recuperación de las inversiones verdes tiende a ser más largo) y la falta de mecanismos de financiamiento innovadores que puedan ayudar a compartir, reducir o mitigar los riesgos de las inversiones verdes (FMI, 2022b).

El sector financiero de Paraguay carece de recursos para participar en la acción climática a escala. El sector bancario en su conjunto es sólido, con un coeficiente de capital de categoría 1 del 15 % (muy por encima del mínimo reglamentario) y un índice de préstamo improductivo del 3 %. El sector es muy rentable, con un rendimiento de capital propio y activos del 17,4 % (uno de los más altos de la región) y el 2 %, respectivamente. Sin embargo, los mercados de crédito son poco profundos, con un coeficiente entre crédito y PIB (49,3 %) inferior al promedio de sus pares regionales y de los países de ingreso mediano alto, y están concentrados en el sector bancario. Los mercados de capitales son pequeños, con un volumen de operaciones de alrededor de USD 3400 millones en 2021 (Bolsa de Valores de Asunción, 2021), y la penetración de los seguros es limitada, con activos totales de USD 677 millones en 2021 (Superintendencia de Seguros de la Nación, 2021). Las principales necesidades de financiamiento de Paraguay se centran en la adaptación, que en general no es propicia para la financiación bancaria. Sin embargo, los riesgos relacionados con el clima son cada vez más fáciles de asegurar mediante la centralización en el mercado internacional, lo que abre una oportunidad para el país. A pesar de ello, para que el mercado internacional de seguros obtenga la información detallada que necesita para fijar con exactitud el precio de la cobertura de los riesgos relacionados con el clima en Paraguay (tanto de los seguros paramétricos como de los seguros de indemnización), primero deben subsanarse los importantes vacíos de información.

La inclusión financiera es otro desafío importante. El acceso al financiamiento por parte de individuos y empresas es problemático. Solo el 13 % de la población en edad de trabajar declaró haber pedido un préstamo a una institución financiera formal durante el último año, y solo el 9 % ha utilizado una tarjeta de débito o crédito (Global Findex del Banco Mundial, 2021). Además, según la Encuesta Empresarial del Banco Mundial de 2017, solo la mitad de las pequeñas empresas tiene un préstamo con un banco, y el 71 % de las microempresas y pymes no puede acceder a financiamiento externo. El déficit de financiamiento estimado para las microempresas y pymes es de aproximadamente USD 4000 millones (Informe de Aspectos de Pagos en Materia de Inclusión Financiera [PAFI] del Banco Mundial, 2021).

Un sector financiero más inclusivo puede ayudar a los hogares y las empresas a ser más resilientes frente a los riesgos físicos del cambio climático. El acceso a los servicios financieros digitales puede mejorar la resiliencia financiera ante las crisis económicas, como las que genera el cambio climático. En Kenia, se demostró que el acceso al dinero móvil fortalece la capacidad de adaptación de los hogares a las crisis, como las sequías y las inundaciones, al permitirles recibir remesas de forma oportuna y asequible por parte de sus redes sociales, y permitiendo que los Gobiernos brinden apoyo financiero de emergencia cuando se producen crisis relacionadas con el clima o la salud pública (Jack y Suri, 2014).

¹⁴³ El concepto de doble materialidad de los riesgos climáticos se basa en el reconocimiento de un circuito de información entre el cambio climático y el sistema financiero. Por un lado, el cambio climático puede afectar a las decisiones de inversión de las empresas y de financiamiento de las instituciones financieras al crear nuevas fuentes de riesgo, por ejemplo, al disminuir la rentabilidad de las instituciones no financieras a las que están expuestas las instituciones financieras. Por otro lado, las decisiones relativas a la inversión de las instituciones financieras afectan a la materialización de los escenarios climáticos, a través de ajustes en la evaluación de riesgos, aumentando potencialmente los riesgos a los que están expuestas (BCE, 2022).

Aunque aprovechar las inversiones institucionales podría ser una posibilidad, hoy en día, esta no es una opción. En Paraguay, los fondos de pensiones no pueden invertir en deuda pública, lo que los obliga a utilizar los depósitos en bancos. Las pensiones públicas también están segregadas en seis subesquemas separados para maestros, profesores universitarios, miembros del poder judicial, militares, policías y otros funcionarios, lo que complica el acceso a estos fondos con fines de inversión. Hasta que estos esquemas no se unifiquen y se aborden otros problemas de sostenibilidad, adecuación y cobertura, las inversiones de los fondos de pensiones en sectores verdes seguirán siendo limitadas o poco probables. En diciembre de 2023, Paraguay dio un paso importante para abordar estas cuestiones al establecer una superintendencia de pensiones.

Las empresas tienen un acceso limitado al financiamiento, en particular, las pymes y las de sectores no tradicionales, como la silvicultura. Aunque el financiamiento del sector forestal ha aumentado recientemente, presenta un margen de crecimiento, sobre todo en el caso de las empresas de menor tamaño. El AFD, banco estatal de segundo orden, está muy interesado en apoyar la silvicultura, entre otras cosas a través de su línea dedicada al sector forestal (Proforestal), y se ha puesto en contacto con el Banco Mundial para intentar potenciar sus esfuerzos de financiación del sector. Un componente clave de estas medidas es el nuevo reglamento del BCP, que apoya la madera como garantía de préstamos, al establecer normas para acreditar a los tasadores profesionales del derecho real de superficie forestal y los requisitos técnicos de tasación correspondientes. Aceptar la madera como garantía permitiría que quienes se dedican a la silvicultura aprovechen sus reservas para acceder a más fondos.

Aprovechamiento del potencial de las finanzas sostenibles

El mercado de las finanzas sostenibles en América Latina y el Caribe ha cobradouge en los últimos años, y aunque el mercado de Paraguay aún es incipiente, ha dado varios pasos iniciales importantes. En 2019, Chile se convirtió en el primer país de América Latina en emitir un bono verde soberano, seguido por Colombia en 2021, que fue el primero en hacerlo en su moneda local. En 2022, Uruguay emitió un bono vinculado a la sostenibilidad. En marzo de 2020, el ente regulador de valores de Paraguay, la Comisión Nacional de Valores (CNV)¹⁴⁴, publicó directrices para la emisión de bonos destinados a los ODS, lo que permitió al Banco Continental, uno de los bancos privados más grandes de Paraguay, emitir el primer bono destinado a los ODS del país por un valor de USD 300 millones en diciembre de 2020. El uso de los ingresos del bono abarca el financiamiento de edificios ecológicos, la gestión sostenible del abastecimiento de agua y el tratamiento de las aguas residuales, la energía renovable, la infraestructura básica asequible, el acceso a los servicios esenciales y la generación de empleo. En 2022, la AFD puso en marcha un nuevo programa para proporcionar financiamiento a largo plazo a las pymes, con el fin de promover su inversión en proyectos de eficiencia energética¹⁴⁵.

Paraguay avanza con lentitud hacia un marco armonizado de financiamiento sostenible. Gracias a los esfuerzos coordinados de la Mesa de Finanzas Sostenibles (MFS) y el BCP, el país ha avanzado gradualmente en la adopción de criterios ambientales y sociales para la evaluación de créditos. La MFS promueve desde hace mucho tiempo el uso de los Sistemas de Administración de Riesgo Ambiental y Social (SARAS), y algunos de sus miembros fueron los pioneros en su uso en Paraguay. En parte gracias a sus esfuerzos, en noviembre de 2018, el BCP emitió directrices de gestión de riesgos ambientales y sociales para las entidades que se encuentran bajo su regulación y supervisión. Dichas directrices requieren que las instituciones financieras utilicen los SARAS y presenten información sobre el desempeño ambiental, social y de gestión institucional y el financiamiento sostenible ante los entes reguladores, y que divulguen públicamente la información sobre el desempeño y los resultados. En 2020, el BCP

¹⁴⁴ The Commission was replaced by the Securities Superintendency or Superintendencia de Valores in September 2023 through Law No. 7162/2023. It is part of the Central Bank of Paraguay.

¹⁴⁵ Véase <https://greenfinancelac.org/es/recursos/novedades/afd-presenta-nuevo-producto-financiero-para-promover-la-eficiencia-energetica-de-pymes-en-paraguay/>.

se convirtió en miembro de la Red de Bancos Centrales y Supervisores para Enverdecer el Sistema Financiero (NGFS) y la MFS firmó oficialmente los Principios de la Banca Responsable de la Iniciativa Financiera del PNUMA.

Aunque Paraguay avanza en la dirección correcta, podría tomar medidas adicionales para aprovechar el potencial de las finanzas sostenibles. En primer lugar, podría implementar una taxonomía verde a nivel nacional, que proporcione un sistema de clasificación estandarizado para los activos y las actividades verdes, que permita identificar los déficits de financiamiento en los diferentes sectores económicos, atraer la inversión privada y garantizar la integridad del mercado al minimizar la probabilidad de ecoblanqueo. En segundo lugar, podría emitir bonos verdes soberanos para incentivar a las empresas y los bancos privados a emitir bonos similares y contribuir al crecimiento de los mercados de capital verdes. Además, a medida que la presencia de los bonos soberanos en estos mercados sea más regular, esto podría contribuir a aumentar la liquidez y la fijación de precios de referencia en los mercados locales e internacionales. En tercer lugar, también podría considerar la posibilidad de aprovechar a la AFD para elaborar planes de financiamiento, incluidos los servicios de apoyo a las empresas, que resulten atractivos para las pymes que operan en el sector de la silvicultura y la agricultura. Si se cofinancian con fondos destinados a empresas más grandes que invierten en acciones de mitigación, estas medidas podrían formar parte de una hoja de ruta política para la incorporación de criterios ambientales en el sector financiero.

También es vital mejorar la capacidad del país para desarrollar una cartera de proyectos “verdes” en tramitación, que sean aceptables para los bancos. Para que el sector financiero adopte prácticas sostenibles, se necesita una oferta adecuada de activos verdes. Esto requiere un marco para preparar y certificar proyectos verdes. Paraguay tiene un potencial importante para mejorar su capacidad y crear mecanismos que incentiven a las industrias o a los sectores de servicios a desarrollar y certificar proyectos que sean respetuosos con el medio ambiente y se alineen con los principios ambientales, sociales y de gestión institucional.

Mejorar las condiciones propicias para la inversión extranjera directa (IED) en sectores claves para el crecimiento verde

Paraguay tiene potencial para atraer mucha más IED en sectores compatibles con el crecimiento sostenible. Entre 2020y 2022, el país anunció que había asegurado varias inversiones históricas de tipo completamente nuevo por un total de unos USD 5000 millones, lo cual podría generar enormes beneficios económicos y ambientales. Se trata de la fábrica de pasta de celulosa y papel sostenible Paracel, una sociedad en participación por un valor de USD 3500 millones entre el distribuidor local de combustible al por menor Copetrol e inversionistas austriacos y suecos; la planta de biocombustibles Omega Green, una inversión de USD 1000 millones de ECB Group de Brasil; la planta de biocombustibles Cremer (USD 30 millones); y la planta de hidrógeno verde de 120 MW de la empresa británica Atome Energy. Aunque estas inversiones aún no se han materializado, son muy alentadoras, si se tiene en cuenta que, tradicionalmente, Paraguay atrajo niveles muy bajos de IED en comparación con el resto de la región. Las entradas anuales de IED en Paraguay ascendieron al 1,5 % del PIB, en promedio, durante el período 2010–2019, menos de la mitad del promedio de América Latina y el Caribe durante el mismo período (Banco Mundial, 2021). Esto ocurre a pesar de los bajos impuestos de Paraguay, un entorno macroeconómico y de política fiscal relativamente estables, un marco legal bastante sólido para fomentar la IED desde 1991 y los incentivos tributarios anuales superiores al 1 % del PIB.

Las siguientes reformas a corto y mediano plazo podrían ayudar a Paraguay a aprovechar aún más la IED para avanzar en sus objetivos climáticos y de desarrollo (véase Banco Mundial, 2022):

- » Actualizar la estrategia de promoción de la inversión sectorial de la Red de Inversiones y Exportaciones (REDIEX), con una mayor priorización y focalización basadas en sólidas evaluaciones sectoriales.
- » Fortalecer la función de la REDIEX como agencia de promoción de inversiones y servicios para los inversionistas.
- » Diseñar una oferta de servicios completos para los inversionistas extranjeros en todas las fases del ciclo de inversión, incluido un programa de asistencia posterior.
- » Crear un mecanismo formal de coordinación integrada para maximizar los esfuerzos de promoción de la inversión.

El fortalecimiento de las instituciones nacionales y locales que velan por el cumplimiento de las leyes y normativas también ayudaría a Paraguay a atraer más IED, incluidos los sectores verdes. Con una ubicación por debajo de los países pares en cuanto a percepciones de corrupción e independencia judicial, se estima que Paraguay tiene un 25 % menos de probabilidades de atraer con éxito flujos de IED en comparación con países con instituciones que se perciben como mejores (Sierra, Quijada y Espinola, 2018). Por lo tanto, mejorar la calidad de sus instituciones (en especial, las relacionadas con el cumplimiento de los derechos de propiedad, la seguridad y las leyes laborales) podría contribuir en gran medida a atraer más IED al país. Las tendencias globales sobre inversión sostenible también indican que muchos inversionistas pueden sentirse atraídos por países con sólidas protecciones del medio ambiente (Saurav y Viney, 2021). El fortalecimiento de este aspecto de la gestión institucional podría ayudar a Paraguay a atraer más inversiones en sectores compatibles con un crecimiento resiliente en materia climática.

5.1.3. Aprovechar al máximo el financiamiento en condiciones concesionarias

Paraguay podría aprovechar aún más el financiamiento internacional en condiciones concesionarias para financiar las inversiones verdes. Dada la profundidad relativamente escasa de los mercados de capital nacionales, parte del financiamiento para tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono tendría que provenir de fuentes externas. Por ejemplo, es muy probable que los proyectos de hidrógeno verde, el almacenamiento en baterías y la infraestructura de movilidad eléctrica necesiten cantidades importantes de fondos en condiciones concesionarias. Los organismos multilaterales de crédito, como la Corporación Financiera Internacional, pueden ofrecer a Paraguay financiamiento en condiciones concesionarias en las primeras etapas de un proyecto, para asumir más riesgos que los inversionistas tradicionales del sector privado. Estas instituciones cuentan con normas estrictas de evaluación de los efectos ambientales y sociales, y procesos exhaustivos de diligencia debida, lo que podría facilitar la entrada de financiamiento del sector privado, cuya participación suele ir acompañada de asesoramiento adicional o de apoyo a la mejora del crédito, incluidas las garantías parciales contra riesgos.

Paraguay también puede utilizar los mecanismos de financiamiento climático existentes, como el FVC y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), con el fin de respaldar a la silvicultura sostenible y desplegar tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono. Paraguay cumple con los requisitos para recibir fondos del FVC en el marco de la CMNUCC, y ya ha recibido USD 146,4 millones para seis proyectos del FVC en ámbitos como la silvicultura sostenible, la movilidad eléctrica y la eficiencia energética. El país también cumple con los requisitos para recibir ayuda del FMAM, cuyos fondos se destinan a abordar los obstáculos

políticos, normativos y técnicos que dificultan la adopción de tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono, fortalecer las capacidades y financiar las inversiones para la protección de la diversidad biológica y la restauración del uso de la tierra.

5.2. Reformas macroeconómicas para facilitar la transición

El sólido marco de políticas macroeconómicas de Paraguay desempeña una función vital a la hora de facilitar la transición climática del país y el logro de los objetivos de desarrollo.

Se prevé que la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono repercuta en los precios relativos de bienes y servicios, así como en la demanda global, la oferta y el crecimiento general. Afortunadamente, Paraguay cuenta con un sólido marco de políticas macroeconómicas, anclado en objetivos de inflación, y un régimen de tipo de cambio flexible. Esto permite a la economía del país adaptarse con eficacia a las variaciones de la relación de intercambio y a las consecuencias derivadas de las crisis de oferta y demanda. La norma fiscal, que incluye un claro objetivo a largo plazo para la relación deuda-PIB, también desempeña una función esencial en el mantenimiento de la sostenibilidad fiscal. Preservar la estabilidad macroeconómica y fiscal es, por lo tanto, fundamental para mantener y profundizar la resiliencia de Paraguay frente a las crisis externas.

El fortalecimiento de la resiliencia y la incorporación de Paraguay a una trayectoria de desarrollo con bajas emisiones de carbono serían más fáciles si el país pudiera acelerar el ritmo de la transformación estructural y facilitar una diversificación más rápida de las exportaciones. La economía paraguaya ha evolucionado de manera gradual en las últimas décadas, con una proporción cada vez mayor de producción y empleo en el sector de los servicios y, en menor medida, en la industria manufacturera, en lugar de la agricultura primaria. Sin embargo, el ritmo de esta transformación ha sido lento, y las exportaciones dependen en exceso de los productos primarios, en parte, porque el crecimiento de la productividad de los sectores manufacturero y de servicios no agrícolas ha sido muy lento. Acelerar este proceso de transformación estructural permitiría a Paraguay alcanzar una vía de crecimiento más rápido, más verde y más resiliente, mediante la reducción de su dependencia de los recursos naturales. Para ello, Paraguay podría emprender las siguientes acciones:

- » Impulsar la productividad de la mano de obra, de la economía en general, y de los sectores no agrícola, manufacturero y de servicios en particular. A nivel global, esto implicaría mejorar el desempeño de Paraguay en cinco determinantes del crecimiento de la productividad: calidad institucional, eficiencia del mercado, educación, innovación e infraestructura (ver Banco Mundial, 2024). A un nivel más micro, esto implicaría reducir las barreras a la entrada, el crecimiento y la salida de las empresas, incluso a través de un mejor acceso al financiamiento y mejores prácticas de gestión en todas las empresas.
- » Mejorar el acceso y la calidad de los servicios públicos claves, como la educación, la sanidad y la infraestructura. La mala calidad de estos servicios explica, en parte, por qué tantos emprendedores y empresas tienen pocos incentivos para formalizar y registrar a sus empleados con el fin de recibir prestaciones de la seguridad social (véase Banco Mundial, de próxima aparición).
- » Reducir las barreras a la movilidad de los factores mediante el aumento de la inversión en activos productivos, como el transporte y la maquinaria, para facilitar un crecimiento más rápido en la productividad de la industria ligera y otros sectores prometedores de la economía que no están relacionados con los recursos naturales.
- » Apoyar la diversificación de las exportaciones, incluyendo en los servicios, y aumentar la participación de los productos con alto valor agregado en las exportaciones. Esto incluye reorientar el gasto público en agricultura para aumentar el apoyo a la certificación y la mejora

de la calidad (facilitando así la entrada en nuevos mercados y fomentando la investigación y el desarrollo) y elaborar una estrategia global para impulsar las exportaciones de servicios de transporte, información, comunicaciones y tecnología, y turismo. Esto requiere inversiones adicionales en infraestructuras y capital humano, así como un enfoque más estratégico de la IED (véase la sección 5.2.3).

Si Paraguay logra un crecimiento más rápido de la productividad y acelera su transición de la agricultura primaria en relación con la línea de referencia, podrá crecer con mayor rapidez y, al mismo tiempo, reducir las emisiones y mitigar el impacto global del cambio climático en su economía. En este escenario, se proyecta que el cambio climático solo reduciría el PIB hasta un 2,7 % en 2050, en comparación con el 3,1 % del escenario de referencia, en el que la estructura y el crecimiento de la productividad de la economía no cambian con respecto a los promedios históricos (véase la sección 1.2.1). Específicamente, en el escenario de la RCP 8,5, caracterizado por altas emisiones globales, se prevé que el PIB disminuya entre un 0,8 % y un 2,7 % con respecto a la proyección de línea base para 2050, según el modelo climático que se utilice. En el escenario medio de la RCP 2,6, que representa bajas emisiones globales, se proyecta que el PIB disminuirá en un 0,5 % para 2050. La principal diferencia con respecto a las proyecciones de línea base del capítulo 1 es el menor efecto sobre el rendimiento de los cultivos, ya que se prevé que el porcentaje de producción de la agricultura primaria sea del 9 % en 2050 en el escenario aspiracional, en el que Paraguay logra construir una economía más resiliente y diversificada, menos dependiente de las materias primas, comparado con el 12,5 % del escenario de referencia.

Conclusión: Medidas prioritarias y barreras para su implementación

En el modelo de crecimiento de Paraguay, se generan grandes vulnerabilidades climáticas, pero, si el país controla sus limitaciones de economía política, puede aprovechar la acción climática para hacer una transición hacia una trayectoria de desarrollo más sólida. A pesar de los desafíos que plantean los impactos del cambio climático en la seguridad hídrica y la salud, Paraguay puede transformar su economía para aprovechar sus recursos hídricos, terrestres y forestales de forma más sostenible, con impactos positivos en el crecimiento a largo plazo. Dicha transformación implica grandes cambios en las prácticas agrícolas que podrían ser difíciles de aceptar para los agricultores, a pesar de los grandes beneficios económicos y la creación de empleo que pueden derivarse de la conversión de los pastizales en tierras y bosques más productivos. Junto con las partes interesadas, el Gobierno puede crear una nueva visión compartida para el sistema agrícola y de producción de alimentos de Paraguay, en la que se tengan en cuenta las futuras limitaciones en la disponibilidad del agua y la necesidad de conservar los bosques para el bienestar de todos los paraguayos. Pueden hacer que la transformación sea aceptable implementando esta visión en colaboración con el sector privado, utilizando un paquete de instrumentos que incluya incentivos fiscales, apoyo financiero y reformas normativas. Asimismo, podrían utilizarse las reformas para ayudar a aprovechar al máximo los recursos de electricidad renovable de Paraguay. Un buen punto de partida sería reducir las pérdidas en la distribución e incentivar la eficiencia energética y la electrificación del uso final, para depender menos del combustible y la biomasa. Con el fin de facilitar la inversión privada en diversas fuentes de energía renovable, el Gobierno puede fortalecer la gestión institucional, elaborar esquemas de inversión estructurados y prestar apoyo en la preparación de proyectos.

En la tabla 6.1, se resumen las principales recomendaciones de este informe, junto con una evaluación de las barreras para su implementación. Ante de que sea posible implementar algunas de las recomendaciones, es necesario actualizar su marco institucional y político. En otros casos (como los incentivos para intensificar la producción agrícola y ganadera, o la inversión en transporte público en Asunción o en eficiencia energética) existen grandes barreras de economía política o de financiamiento. Este informe entrega evidencia de que abordar estas barreras será crítico para cumplir con los objetivos de desarrollo de Paraguay, por lo que se proponen un conjunto de políticas que pueden abordarlas y, al mismo tiempo, aumentar la resiliencia frente a las crisis climáticas y reducir las emisiones de CO₂ y de metano a niveles más sostenibles.

TABLA 6.1. Recomendaciones políticas para aprovechar las oportunidades y minimizar los costos del cambio climático

Recomendación	Sector	Nivel de adecuación del marco institucional y de políticas	Nivel de barreras de la economía política	Nivel de barreras al financiamiento
Reformas del sector				
Poner en marcha un plan de gestión integrado de infraestructuras de vías navegables sostenibles, que oriente los dragados de apertura y de mantenimiento, e incorpore el balizamiento, otras acciones complementarias y un sistema permanente de información batimétrica fluvial.	Transporte	Bajo	Medio	Medio
Aumentar las inversiones en transporte público en Asunción, lo que incluye las inversiones del sector público y privado para mejorar la capacidad, la confiabilidad y la calidad del sistema de autobuses, dando prioridad a los autobuses (para mejorar su calidad y atractivo), reduciendo el uso de vehículos particulares e integrando inversiones para renovar y electrificar la flota.	Transporte	Medio	Alto	Alto
Elaborar un plan integrado de transporte y energía para la movilidad eléctrica, en el que se enfoque la inversión pública en proyectos piloto para la electrificación del transporte público, la mejora de la infraestructura pública de recarga y la mejora de las redes de distribución de electricidad.	Transporte	Medio	Alto	Medio
Promulgar y ejecutar mandatos de eficiencia energética en todos los sectores; por ejemplo, elaborar y aplicar un código nacional de eficiencia para los edificios, y mejorar las normas de emisiones y eficiencia energética de todo el parque automotor del país, incluidos camiones, autobuses, motocicletas y automóviles, y aplicar con eficacia las restricciones a la antigüedad de los vehículos importados.	Transporte, edificios	Medio	Alto	Alto

Recomendación	Sector	Nivel de adecuación del marco institucional y de políticas	Nivel de barreras de la economía política	Nivel de barreras al financiamiento
Invertir en la flexibilidad y resiliencia de la red, incluida la eficiencia y la transmisión energética a corto plazo; prepararse para ampliar la inversión en electricidad renovable para abastecer la demanda creciente y electrificada, y mantener las exportaciones de electricidad.	Energía	Medio	Medio	Medio
Diseñar y ejecutar un programa de reducción de las pérdidas de electricidad para lograr un uso más eficiente de los recursos energéticos, y, al mismo tiempo, mejorar la resiliencia climática de la red de distribución.	Energía	Medio	Medio	Medio
Promover un uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos, mediante el análisis y la integración de los riesgos asociados al suministro y la disponibilidad del agua a nivel de la cuenca, y teniendo en cuenta los efectos de la variabilidad climática.	Agua	Medio	Medio	Medio
Incentivar a los productores agrícolas para que intensifiquen la producción y restauren los paisajes nativos.	Agricultura	Medio	Alto	Alto
Fortalecer la gestión institucional en el sector forestal mediante la eliminación de ambigüedades en la legislación vigente y el aumento de la capacidad institucional de las instituciones del ámbito del medio ambiente (INFONA y MADES).	Bosques	Bajo	Alto	Bajo
Modernizar la legislación relacionada con el sector forestal y establecer una legislación sobre el mercado del carbono.	Bosques	Bajo	Medio	Bajo
Proporcionar la capacitación y el financiamiento adecuados para ayudar a los agricultores familiares a adoptar sistemas de riego y otras tecnologías nuevas.	Agricultura	Medio	Bajo	Alto

Recomendación	Sector	Nivel de adecuación del marco institucional y de políticas	Nivel de barreras de la economía política	Nivel de barreras al financiamiento
Reformas macroeconómicas y fiscales				
Cambiar los incentivos fiscales para el sector forestal, mediante la eliminación de la preferencia fiscal de la producción agrícola y ganadera sobre la forestal, y la reforma de los impuestos sobre la propiedad y la tierra.	Aspectos fiscales	Bajo	Alto	-
Revisar la norma fiscal para garantizar que favorezca a un aumento sostenido de la inversión pública.	Aspectos fiscales	Medio	Alto	-
Impulsar la productividad del sector privado al reforzar el entorno para los negocios, en especial, el acceso al financiamiento, y abordar los incentivos para permanecer en la informalidad.	Macro-economía	Alto	Alto	Medio
Datos e instituciones				
Garantizar más recursos para el sistema sanitario a fin de hacer frente a los efectos del cambio climático.	Salud	Medio	Bajo	Alto
Desarrollar sistemas de vigilancia y alerta rápida de sequías e inundaciones	Agua	Medio	Bajo	Medio
Mejorar la capacidad de detección precoz y seguimiento de los incendios mediante la recopilación de datos y una mejor coordinación.	GRD	Medio	Bajo	Bajo
Elaborar y comunicar a la CMNUCC una estrategia a largo plazo sobre el cambio climático.	Todos	Medio	Bajo	Bajo

Nota: GRD = gestión del riesgo de desastres.

Bibliografía

- Abou Rafee, Sameh A., Cintia B. Uvo, Jorge A. Martins, Carolyne B. Machado, and Edmilson D. Freitas. 2022. "Land Use and Cover Changes versus Climate Shift: Who Is the Main Player in River Discharge? A Case Study in the Upper Paraná River Basin." *Journal of Environmental Management* 309 (May): 114651. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114651>.
- Andam, Kwaw S., Paul J. Ferraro, Alexander Pfaff, G. Arturo Sanchez-Azofeifa, and Juan A. Robalino. 2008. "Measuring the Effectiveness of Protected Area Networks in Reducing Deforestation." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (42): 16089–94. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800437105>.
- ANDE. 2021. "Plan Maestro de Transmision 2021 - 2030." https://www.ande.gov.py/documentos/plan_maestro/PLAN%20MAESTRO%20DE%20TRANSMISION%20%202021%20-%202030.pdf.
- Antosiewicz, Marek, Alexandros Nikas, Aleksander Szpor, Jan Witajewski-Baltvilks, and Haris Doukas. 2020. "Pathways for the Transition of the Polish Power Sector and Associated Risks." *Environmental Innovation and Societal Transitions* 35 (June): 271–91. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.008>.
- Armenteras, Dolors, Liliana M Dávalos, Joan S Barreto, Alejandro Miranda, Angela Hernández-Moreno, Carlos Zamorano-Elgueta, Tania M González-Delgado, María C Meza-Elizalde, and Javier Retana. 2021. "Fire-Induced Loss of the World's Most Biodiverse Forests in Latin America." *Science Advances* 7 (33): eabd3357.
- Bnamericas. 2021. "Informe de Producción Anual de La Central Hidroelectrica Yacyreta." <https://www.bnamicas.com/es/noticias/informe-de-produccion-anual-de-la-central-hidroelectrica-yacyreta>.
- Bogado, E, A Cuppens, and J Manjarres. 2022. "El Sector de Agua Potable y Saneamiento En Paraguay: Evolución y Perspectivas." <https://publications.iadb.org/es/el-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-en-paraguay-evolucion-y-perspectivas>.
- Boulanger, Jean-Philippe, Elvira Gentile, and Samuel Louvet. 2023. "Climate Change Impact on Agricultural Yields in Paraguay and Adaptation Scenarios."
- Brichetti, Juan Pablo, Leonardo Mastronardi, María Eugenia Rivas, Tomás Serebrisky, and Ben Solís. 2021. "The Infrastructure Gap in Latin America and the Caribbean: Investment Needed Through 2030 to Meet the Sustainable Development Goals," December. <https://doi.org/10.18235/0003759>.
- Burkart, Katrin. 2021. "Estimating the Cause-Specific Relative Risks of Non-Optimal Temperature on Daily Mortality: A Two-Part Modelling Approach Applied to the Global Burden of Disease Study - The Lancet." 2021. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)01700-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)01700-1/fulltext).
- Burkart, Katrin G., Michael Brauer, Aleksandr Y. Aravkin, William W. Godwin, Simon I. Hay, Jiawei He, Vincent C. Iannucci, et al. 2021. "Estimating the Cause-Specific Relative Risks of Non-Optimal Temperature on Daily Mortality: A Two-Part Modelling Approach Applied to the Global Burden of Disease Study." *The Lancet* 398 (10301): 685–97. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1).
- CCSI, Columbia University, and CRECE. 2021. "Decarbonization Pathways for Paraguay's Energy Sector." New York: CCSI. <http://ccsi.columbia.edu/content/paraguay-energy>.
- Climate Watch. 2023. "Paraguay ClimateWatch GHG Emissions." 2023. https://www.climatewatchdata.org/countries/PRY?end_year=2020&start_year=1990.
- Conte Grand, Mariana, Paulina Schulz-Antipa, and Julie Rozenberg. 2023. "Potential Exposure and Vulnerability to Broader Climate-Related Trade Regulations: An Illustration for LAC Countries." *Environment, Development and Sustainability*, January. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-02958-y>.
- Coughenour, Courtney, Brooke Conway Kleven, Maxim Gakh, Haroon Stephen, Lung-Chang Chien, Brian Labus, and Regis Whaley. 2021. "School Absenteeism Is Linked to Household Food Insecurity in School Catchment Areas in Southern Nevada." *Public Health Nutrition* 24 (15): 5074–80.
- Ecoclimasol. 2023. "Climate Change Impact on Agricultural Yields in Paraguay and Adaptation Scenarios."
- Empresa de Servicios Sanitarios de Paraguay S.A. 2021. "Diagnóstico Del Sector Agua y Saneamiento." 2021. <https://www.essap.com.py/tipo/sector-agua/>.

- Ervin, Paul, and Liliana Gayoso. 2019. "Household Vulnerability to Food Insecurity in the Face of Climate Change in Paraguay." <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/1181272/>.
- Fruttero, A, Halim, Broccolini, Coelho, Gninafon, and Muller. 2023. "Gendered Impacts of Climate Change: Evidence from Weather Shocks." <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/39813>.
- Garcia, Letícia Couto, Judit K Szabo, Fabio de Oliveira Roque, Alexandre de Matos Martins Pereira, Catia Nunes da Cunha, Geraldo Alves Damasceno-Júnior, Ronaldo Gonçalves Morato, Walfrido Moraes Tomas, Renata Libonati, and Danilo Bandini Ribeiro. 2021. "Record-Breaking Wildfires in the World's Largest Continuous Tropical Wetland: Integrative Fire Management Is Urgently Needed for Both Biodiversity and Humans." *Journal of Environmental Management* 293: 112870.
- GBD. 2019. "Global Burden of Disease Study 2019." <https://ghdx.healthdata.org/gbd-2019>.
- Global Petrol Prices. 2022. "Paraguay Electricity Prices." https://www.globalpetrolprices.com/Paraguay/electricity_prices/.
- Government of Paraguay. 2021. "Plan Maestro de Generacion 2021 -2040." https://www.ande.gov.py/documentos/plan_maestro/PLAN%20MAESTRO%20DE%20GENERACION%20%202021-2040.pdf.
- Green Climate Fund. 2018. "Promoting Private Sector Investments in Energy Efficiency in the Industrial Sector in Paraguay." Text. Green Climate Fund. Green Climate Fund. March 28, 2018. <https://www.greencimate.fund/document/promoting-private-sector-investments-energy-efficiency-industrial-sector-paraguay>.
- Gulizia, Carla, and Inés Camilloni. 2023. "Relationship between Rainfall and Streamflow in the La Plata Basin: Annual Cycles, Interdecadal and Multidecadal Variability." *Atmósfera* 36 (2): 183–205. <https://doi.org/10.20937/ATM.53013>.
- Hallegatte, Stephane, Jun Rentschler, and Julie Rozenberg. 2019. "Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity."
- Harvard's Growth Lab's research. 2020. "Atlas of Economic Complexity." 2020.
- Houben, Georg J. 2019. "Teaching about Groundwater in Primary Schools: Experience from Paraguay." *Hydrogeology Journal* 27 (2): 513–18.
- Hsiao, Allan. 2022. "Coordination and Commitment in International Climate Action: Evidence from Palm Oil."
- IADB. 2018. "Strengthening Urban Resilience in Riverside Asuncion." <https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=518808585-6>.
- IEA. 2017. "Digitalisation and Energy." <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>.
- IMF. 2022. "Paraguay. 2022 Article IV Consultation–Press Release and Staff Report. IMF Country Report No 22/177." <https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2022/06/16/Paraguay-2022-Article-IV-Consultation-Press-Release-and-Staff-Report-519691>.
- INE. 2021. "Instituto Nacional de Estadística Compendio Estadístico Del Paraguay." 2021. <https://www.ine.gov.py/publicacion/17/compendios-estadisticos>.
- Instituto Forestal Nacional. 2022. "Reporte Nacional de Cobertura Forestal y Cambio de Usos de La Tierra 2017-2020." <https://www.infona.gov.py/index.php/noticias/infona-presenta-historico-reportе-nacional-de-cobertura-forestal-y-cambio-de-uso-de-la-tierra>.
- Instituto Nacional de Estadística. 2021. "Encuesta de Movilidad Del Área Metropolitana de Asunción 2021." <https://www.ine.gov.py/resumen/MjA4/encuesta-de-movilidad-del-area-metropolitana-de-asuncion>.
- Itaipu Binacional. 2021. "Memoria Anual Itaipu Binacional 2021." <https://www.itaipu.gov.py/es/institucional/memoria-anual>.
- Jack, William, and Tavneet Suri. 2014. "Risk Sharing and Transactions Costs: Evidence from Kenya's Mobile Money Revolution." *American Economic Review* 104 (1): 183–223. <https://doi.org/10.1257/aer.104.1.183>.
- Jan de Nul. 2022. "Propuesta de La Vía Navegable Por El Río Paraguay Tramo Norte Asunción-Río Apa." <https://app.gov.py/detalle-proyecto/?id=37>.

- Lambin, Eric F., Holly K. Gibbs, Robert Heilmayr, Kimberly M. Carlson, Leonardo C. Fleck, Rachael D. Garrett, Yann le Polain de Waroux, et al. 2018. "The Role of Supply-Chain Initiatives in Reducing Deforestation." *Nature Climate Change* 8 (2): 109–16. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0061-1>.
- MADES. 2022. "Plan Nacional de Adaptacion al Cambio Climatico (PNACC)." <http://dncc.mades.gov.py/adaptacion/plan-nacional-de-adaptacion#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n,adaptaci%C3%B3n%2C%20de%20manera%20coherente%20en>.
- Miyazaki, Masayuki, Victorio Enrique Oxilia Dávalos, and Mario Gustavo Leiva Enrique. 2020. "La Educación Ambiental Relacionada al Desarrollo Sostenible En Las Instituciones Educativas Del Municipio de Villa Hayes." *Reportes Científicos de La FACEN* 11 (2): 14–19.
- Molinás-González, Carlos R, and Pierre Florentín. 2021. "Incendios Forestales En Paraguay: Implicaciones Para Su Prevención y Manejo." *Investigaciones y Estudios-UNA* 12 (1): 47–57.
- Nepstad, Daniel, Britaldo S. Soares-Filho, Frank Merry, André Lima, Paulo Moutinho, John Carter, Maria Bowman, et al. 2009. "The End of Deforestation in the Brazilian Amazon." *Science* 326 (5958): 1350–51. <https://doi.org/10.1126/science.1182108>.
- Noël, Thomas, Harilaos Loukos, Dimitri Defrance, Mathieu Vrac, and Guillaume Levavasseur. 2022. "Extending the Global High-Resolution Downscaled Projections Dataset to Include CMIP6 Projections at Increased Resolution Coherent with the ERA5-Land Reanalysis." *Data in Brief* 45: 108669.
- Noguera Zayas, Liz Paola, Simon Rüegg, and Paul Torgerson. 2021. "The Burden of Zoonoses in Paraguay: A Systematic Review." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 15 (11): e0009909.
- Paci-Green, Rebekah, Adriana Varchetta, Kate McFarlane, Padmini Iyer, and Marcel Goyeneche. 2020. "Comprehensive School Safety Policy: A Global Baseline Survey." *International Journal of Disaster Risk Reduction* 44: 101399.
- Park, Jeongmook, Yongkyu Lee, Byeongmin Lim, and Jungsoo Lee. 2020. "Assessment of REDD+ Suitable Area for Sustainable Forest Management in Paraguay." *Journal of Forest and Environmental Science* 36 (3): 187–98.
- Parsons, Luke A, Drew Shindell, Michelle Tigchelaar, Yuqiang Zhang, and June T Spector. 2021. "Increased Labor Losses and Decreased Adaptation Potential in a Warmer World." *Nature Communications* 12 (1): 1–11.
- Pendrill, Florence, U. Martin Persson, Javier Godar, and Thomas Kastner. 2019. "Deforestation Displaced: Trade in Forest-Risk Commodities and the Prospects for a Global Forest Transition." *Environmental Research Letters* 14 (5): 055003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0d41>.
- Rattis, Ludmila, Paulo M. Brando, Marcia N. Macedo, Stephanie A. Spera, Andrea D. A. Castanho, Eduardo Q. Marques, Nathane Q. Costa, Divino V. Silverio, and Michael T. Coe. 2021. "Climatic Limit for Agriculture in Brazil." *Nature Climate Change* 11 (12): 1098–1104. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01214-3>.
- Salomon Alaya. 2022. "Análisis Del Impacto de Medidas de Eficiencia Energética En Equipos de Aire Acondicionado En La Demanda Máxima Del Sistema Interconectado Nacional-Paraguay." Tesis de grado, Ingeniería en Energía. UNA, Facultad Politécnica.
- Scribano, Rossana, Karen González, Leticia González, and Natalia Jara. 2018. "Género y Capacidad de Adaptación Entorno al Recurso Agua En La Región Occidental." *Revista Científica Estudios e Investigaciones* 7 (1): 217–31.
- Searchinger, Timothy D., Stefan Wirsénus, Tim Beringer, and Patrice Dumas. 2018. "Assessing the Efficiency of Changes in Land Use for Mitigating Climate Change." *Nature* 564 (7735): 249–53. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z>.
- Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo and Económico y Social (STP). 2022. "Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica." <https://movelatam.org/wp-content/uploads/2023/03/Estrategia-de-Movilidad-Electrica-Paraguay.pdf>.
- Silvero, Fabiana, Fernanda Rodrigues, and Sergio Montelpare. 2020. "Energy Efficiency Policies to Face Buildings' Climate Change Effects in Paraguay." *Applied Sciences* 10 (11): 3979.
- Sullivan, Andrew, Elaine Baker, and Tiina Kurvits. 2022. "Spreading like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires."

- Trase. 2022. "Trase Insights." <https://insights.trase.earth/>.
- Troncoso, Karin, Kirk R. Smith, Aida Galeano, Ricardo Torres, and Agnes Soares Da Silva. 2018. "Afecciones Respiratorias Por El Uso de Leña y Carbón En Comunidades de Paraguay." *Pediatria (Asunción)* 45 (1): 45–52. <https://doi.org/10.31698/ped.45012018006>.
- Ultima Hora. 2021. "Por La Bajante, Acaray Llegaría Solo al 30% de Su Producción," 2021. <https://www.ultimahora.com/por-la-bajante-acaray-llegaria-solo-al-30-su-produccion-n2964120.html>.
- UN Statistics Division. 2020. "'Wood Fuel' UN Data." 257 "Wood Fuel," UNdata, United Nations Statistic <http://data.un.org/Data.aspx?d=FAO&f=itemCode%3a1864>.
- Vicedo-Cabrera, Ana Maria, N Scovronick, Francesco Sera, Dominic Royé, Rochelle Schneider, Aurelio Tobias, Christofer Astrom, Y Guo, Y Honda, and DM Hondula. 2021. "The Burden of Heat-Related Mortality Attributable to Recent Human-Induced Climate Change." *Nature Climate Change* 11 (6): 492–500.
- VMME. 2019. "Production and Consumption of Biomass with Energy Purposes in Paraguay." <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/biomasa/base/Produc-Cons-Biomasa-Fores-fines-Energ-Py.pdf>.
- VMME, MIC, Ministerio de Industria, Energía y Minería Uruguay, Clerk and GIZ. 2020. "Informe Final de Consultoría 'Guía para la implementación del etiquetado de eficiencia energética en acondicionadores de aire en Paraguay y Estudio comparativo del sistema de etiquetado de eficiencia energética de Paraguay y Uruguay." <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/eficiencia/proyecto3/Guia%20Etiquetado%20Eficiencia%20Energetica.pdf>.
- VMME, Ministerio de Industria, Energía y Minería Uruguay, Mercados Energéticos Consultores, GIZ. 2021. "Informe Final de Consultoría 'Análisis de instrumentos de política pública para incentivar la incorporación de tecnologías energéticamente eficientes en el sector residencial de Paraguay y Uruguay." <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/eficiencia/proyecto3/Incentivos%20de%20Eficiencia%20Energetica.pdf>.
- WHO. 2021. *WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
- World Bank. 2020. *A Forest's Worth: Policy Options for a Sustainable and Inclusive Forest Economy in Paraguay*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/627201608179954710/a-forest-s-worth-policy-options-for-a-sustainable-and-inclusive-forest-economy-in-paraguay>.
- . 2023. *From Landlocked to Land of Opportunity: Paraguay Country Economic Memorandum*. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/e1399ed3-ebe2-51fb-b2bc-b18a7f1aaaed>.
- World Bank Group. 2018. "Paraguay Systematic Country Diagnostic." Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/30053>.
- . 2019. "Paraguay: Roads Sector Public Expenditure Review." <http://hdl.handle.net/10986/32798>.
- . 2021. "Climate Risk Country Profile: Paraguay." https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-04/15726-WB_Paraguay%20Country%20Profile-WEB-2.pdf.
- . 2023. "Cleaner and More Sustainable Transport in Paraguay."
- World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation. 2016. "The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action."
- WRI. 2022. "World Resource Institute, Global Forest Review." <https://research.wri.org/gfr/top-ten-lists>.

