

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE PREPARACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

PARAGUAY



© IRENA 2021

A menos que se especifique lo contrario, el material de esta publicación puede usarse, compartirse, copiarse, reproducirse, imprimirse o almacenarse libremente, siempre que se reconozca adecuadamente a IRENA como fuente y titular de los derechos de autor. El material contenido en esta publicación que se atribuye a terceros puede estar sujeto a condiciones de uso y restricciones independientes, y deberán obtenerse los permisos adecuados de dichos terceros antes de hacer cualquier uso de ese material.

Cita de referencia:

IRENA (2021), Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables de IRENA: Paraguay, Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi.

ISBN: 978-92-9260-358-8

Este documento es la traducción de “Renewables Readiness Assessment: Paraguay” ISBN: 978-92-9260-357-1 (2021). En caso de discrepancia entre esta traducción y el original en inglés, prevalecerá el texto inglés.

Acerca de IRENA

La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) es una organización intergubernamental que apoya a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible y actúa como la principal plataforma de cooperación internacional, centro de excelencia y repositorio de conocimiento sobre políticas, tecnologías, recursos y conocimientos financieros de las energías renovables. IRENA promueve la adopción generalizada y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable, entre ellas la bioenergía y las energías geotérmica, hidráulica, oceánica, solar y eólica para lograr el desarrollo sostenible, el acceso a la energía, la seguridad energética y la prosperidad y el crecimiento económicos bajos en carbono.

www.irena.org

Agradecimientos

IRENA elaboró este informe en estrecha colaboración con el Gobierno de la República del Paraguay, a través del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), representado por el Viceministerio de Minas y Energía (VMME). También se agradece especialmente a los funcionarios, especialmente a los de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), Itaipú Binacional, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), Ministerio de Industria y Comercio (MIC) y Secretaría Técnica de Planificación (STP) del Desarrollo Económico.

Este informe se benefició de los aportes de varios expertos, entre los que destacan Roberto Aiello (BID), Guillermo Koutoudjian (OLADE), Ludmilla Diniz, Roberto Céspedes, Veronique Gerard (PNUD). Los colegas de IRENA, incluidos Diala Hawila, Paul Komor y Ute Collier, también proporcionaron una valiosa orientación y aportes.

Este informe se desarrolló bajo la guía de Gürbüz Gönül y Binu Parthan (IRENA) y se redactó por Fabian Barrera (IRENA), José Torón (IRENA), Edna Soto (IRENA), Fernando Anaya (Consultor de IRENA) y Fabio Lucantonio (Consultor de IRENA).

El informe está disponible para su descarga: www.irena.org/publications

Para obtener más información o proporcionar comentarios escriba a: publications@irena.org

Exención de responsabilidad

Esta publicación y el material que figura en ella se presentan en el estado en que se encuentran. IRENA ha tomado todas las precauciones razonables para verificar la fiabilidad del material presentado en esta publicación. Sin embargo, ni IRENA ni ninguno de sus funcionarios, agentes, proveedores de datos u otros contenidos de terceros ofrecen ninguna garantía, ya sea explícita o implícita, ni aceptan responsabilidad u obligación alguna por consecuencias derivadas del uso de la publicación o el material que contiene.

La información aquí contenida no representa necesariamente los puntos de vista de todos los miembros de IRENA. La mención de empresas específicas o ciertos proyectos o productos no significa que IRENA los respalde o recomiende con preferencia sobre otros de naturaleza similar que no estén mencionados. Las denominaciones empleadas y la presentación de material en la presente publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de IRENA sobre la condición jurídica de ninguna región, país, territorio, ciudad o zona, ni de sus autoridades, ni en relación con la delimitación de sus fronteras o límites.

Evaluación del Estado de Preparación
de las Energías Renovables
(siglas en inglés)

PARAGUAY



Prólogo

Del Ministro de
Obras Públicas y
Comunicaciones

El principal recurso de energía renovable de Paraguay es la energía hidroeléctrica, gracias al gran potencial de recursos que ofrecen los ríos Paraná y Acaray y los afluentes que comparte con los países vecinos. El desarrollo del sector eléctrico del país lo planifica y ejecuta la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), una empresa estatal integrada verticalmente. La ANDE ha realizado grandes inversiones en infraestructura y ha permitido la cobertura eléctrica para más del 99 % de la población, además de apoyar el desarrollo económico y abastecer la creciente demanda de electricidad. Las industrias locales que producen etanol y biodiesel también juegan un papel importante como fuentes de energía renovables y sostenibles, y abastecen alrededor del 7 % de la demanda de combustible para el transporte por carretera.

De acuerdo con un estudio de prospectiva energética desarrollado por el Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (VMME-MOPC), el suministro eléctrico existente será superado en el mediano plazo debido a una mayor y sostenida demanda. Por tanto, uno de los desafíos más importantes es la diversificación de la combinación energética mediante la implementación de fuentes de energía renovables. El invaluable apoyo y recomendaciones de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) han contribuido al desarrollo de este informe, que identifica las condiciones para la amplia implementación y el uso de las energías renovables en el territorio nacional de Paraguay.

Paraguay ha adoptado diversos compromisos climáticos internacionales, como el Acuerdo de París, en la lucha contra el cambio climático. Estos compromisos se reflejan en los lineamientos que brinda la Política Energética 2040 de la República del Paraguay, que tiene como objetivo promover el uso de fuentes de energía alternativas, impulsar proyectos de energía para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, así como implementar proyectos de servicios ambientales.

El VMME-MOPC, responsable de la implementación de la política energética, es el actor clave para dar seguimiento a esta Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA). Las acciones descritas en el informe sentarán las bases para realizar los ajustes necesarios y promover aún más la explotación óptima de los recursos renovables dotados por Paraguay, y ayudar a incorporar tecnologías renovables al sistema energético de la manera más eficiente.

Expresamos nuestro agradecimiento a IRENA y a todas las personas que participaron en esta evaluación. Además, ratificamos nuestro compromiso de desarrollar iniciativas que permitan la implementación de energías renovables y que posicionen a Paraguay, gracias a su ubicación geográfica estratégica, como un país pivote para la integración energética regional basada en el uso sostenible de sus recursos naturales.

Arnoldo Wiens Durksen
Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones
Paraguay



Prólogo

del Director General
de IRENA

La República del Paraguay es líder mundial en el uso de energía renovable, y la energía hidroeléctrica proporciona la mayor parte de su generación de electricidad, una importante fuente de energía renovable en América Latina. El país también ha desarrollado con éxito proyectos binacionales de generación de energía, lo que ha promovido la implementación más amplia de energías renovables y apoyado el futuro energético sostenible de la región.

En los últimos años, la proporción de los combustibles fósiles ha aumentado en la combinación energética de Paraguay. La creciente dependencia del país de estos combustibles ha provocado un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético, lo que ha afectado negativamente a los compromisos climáticos y de seguridad energética de Paraguay. Este uso de combustibles fósiles está impulsado principalmente por el sector del transporte, lo que abre una oportunidad para analizar la potencial implementación de energías renovables y tecnologías bajas en carbono más allá de la generación de energía que conduciría a la descarbonización del sector energético. Los efectos del cambio climático ya han impactado la generación de energía del país, lo que ha afectado no solo el suministro sino también los ingresos por exportaciones de electricidad. Por tanto, la necesidad de diversificar la combinación energética se ha convertido en un motor clave para la promoción de tecnologías de energía limpia.

Estos aspectos se destacan claramente en la Política Energética Nacional de Paraguay 2016-2040 y, más recientemente, en acciones concretas delineadas en la Agenda de Energía 2019-2023, que se centra en los pilares clave para mejorar la seguridad energética a través del uso de energías renovables, fomentar la electrificación con energía renovable y promover la movilidad sostenible. Estos componentes clave tienen como objetivo apoyar el crecimiento económico del país de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

El proceso de RRA lo ha liderado el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, representado por el Viceministerio de Minas y Energía (VMME) en cooperación con IRENA. El proceso de consulta de la RRA involucró un diálogo coordinado entre las instituciones nacionales del sector energético más relevantes en Paraguay, así como los socios regionales que trabajan en el país, lo que identificó acciones clave para expandir el desarrollo de energías renovables. Estos examinan las instituciones del sector energético de Paraguay y su gobernanza, las prácticas de planificación energética a largo plazo y los beneficios socioeconómicos de promover tecnologías renovables y bajas en carbono en los sectores de uso final. El

proceso de RRA se llevó a cabo en sinergia con la revisión del país de su Contribución determinada a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés). El informe destaca el fuerte vínculo entre la diversificación de la combinación energética, la ampliación del uso de energías renovables y la promoción de tecnologías bajas en carbono como el hidrógeno verde y los vehículos eléctricos, junto con la acción climática.

La Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA, por sus siglas en inglés) tiene como objetivo contribuir al camino del país hacia la neutralidad de carbono. Identifica acciones a corto y mediano plazo que permitirían la implementación acelerada de tecnologías autóctonas de energía renovable, facilitarían el cumplimiento de los compromisos del Acuerdo de París y, al mismo tiempo, apoyarían el crecimiento económico. Desde 2011, casi 40 países de América Latina y el Caribe, África, Medio Oriente, Asia y el Pacífico han emprendido las RRA, y han intercambiado conocimientos y fomentado la cooperación internacional para acelerar la implementación de energías renovables.

IRENA desea agradecer al equipo del Viceministerio su apoyo y colaboración durante el proceso de RRA. También reconocemos la participación activa de organismos gubernamentales y partes interesadas nacionales y regionales durante la parte de análisis de este estudio. IRENA continuará apoyando al Gobierno de Paraguay en la etapa de implementación de las recomendaciones aquí identificadas y espera continuar una estrecha colaboración con todas las partes interesadas del país para hacer realidad estas acciones.

Estoy convencido de que las recomendaciones de esta RRA contribuirán fuertemente a la descarbonización del sector energético de Paraguay, potenciarán el crecimiento económico, apoyarán acciones climáticas ambiciosas y mejorarán el bienestar de la población. IRENA seguirá apoyando la transición del país hacia un futuro de cero emisiones netas.

Francesco La Camera
Director General de IRENA

Contenido

Figuras	9
Tablas	9
Recuadros	9
Abreviaturas	10
Resumen ejecutivo	12
1 Introducción	16
Perfil del país	16
Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA)	19
2 Contexto de energía	20
Panorama general del sector energético	20
Sector eléctrico	24
Instituciones del sector energético	31
Marco legal y normativo	33
Energía y acción climática	36
Promoción del desarrollo sostenible	39
3 Desarrollo de energías renovables	41
Factores impulsores de la implementación de energías renovables	41
Recursos de energía renovable	43
Financiamiento de energías renovables	47
Capacidades profesionales e institucionales	50

4	Desafíos y recomendaciones	52
	Fortalecer la estructura institucional y la gobernanza energética.	52
	Mejorar la planificación, las políticas y el marco normativo para las energías renovables.	54
	Desarrollar instrumentos de política e implementar iniciativas para fomentar la eficiencia energética.	57
	Promover el uso de energías renovables más allá del sector eléctrico.	57
	Fomentar la inversión en tecnologías de energía renovable.	60
	Reforzar la creación continua de capacidades institucionales y humanas.	61
5	Referencias	62

Figuras

Figura 1	Crecimiento anual de la población, 2000-2020	16
Figura 2	Crecimiento del PIB de Paraguay (% anual), 2000-2020	17
Figura 3	Suministro total de energía en Paraguay, 2010-2019	20
Figura 4	Consumo final total de energía por sector, 2010-2019	22
Figura 5	Consumo final total de energía por fuente, 2010 y 2019	23
Figura 6	Proporción de las energías renovables en el suministro final total de energía en Paraguay, 2010-2019	23
Figura 7	Producción total y consumo interno de electricidad, 2001-2019	25
Figura 8	Consumo final de electricidad por sector, 2001-2019	26
Figura 9	Exportaciones de centrales hidroeléctricas, 2008-2019	27
Figura 10	Sistema de transmisión en Paraguay	28
Figura 11	Tarifas eléctricas, 2019	30
Figura 12	Estructura institucional del VMME	31
Figura 13	Emisiones de dióxido de carbono por fuente, 2010-2019	36
Figura 14	Componentes de energía renovable de las NDC, en el primer trimestre de 2021	38
Figura 15	Evaluación de la zonificación de la velocidad de la energía eólica terrestre	44
Figura 16	Evaluación de la irradiación horizontal de la energía solar fotovoltaica	45
Figura 17	Generación de residuos orgánicos urbanos por departamento	46

Tablas

Tabla 1	Indicadores relevantes relacionados con la energía, el transporte y el medio ambiente	18
Tabla 2	Principales empresas productoras de bioetanol	21
Tabla 3	Suministro de biomasa forestal con fines energéticos	21
Tabla 4	Capacidad de energía instalada, 2020	24
Tabla 5	Proyectos seleccionados de energía renovable variable en Paraguay	24
Tabla 6	Subvenciones aplicadas a las tarifas eléctricas, 2010-2019	30
Tabla 7	Actividades prioritarias del marco estratégico energético	40
Tabla 8	Impulsores e impactos esperados de las energías renovables en Paraguay	43
Tabla 9	Proyectos recientes relacionados con la energía financiados en Paraguay	48
Tabla 10	Capacidad renovable adicional para 2025	49

Recuadros

Recuadro 1	Energía renovable en la matriz energética	23
Recuadro 2	Promoción de la eficiencia energética en Paraguay	35
Recuadro 3	La acción climática de IRENA con energías renovables: Aumento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)	38
Recuadro 4	Promoción del hidrógeno verde en Paraguay	59

Abreviaturas

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AFD	Agencia Financiera de Desarrollo de Paraguay
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
ARPEL	Asociación Regional de Empresas del Sector Petróleo, Gas y Biocombustibles en América Latina y el Caribe
AZPA	Azucarera Paraguaya S.A.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CIER	Comisión de Integración Energética Regional
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNEE	Comité Nacional de Eficiencia Energética
CO2	Dióxido de carbono
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAPTIE	Consejo Nacional de la Producción y Transporte Independiente de Energía
COVID-19	Enfermedad por coronavirus
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (Instituto Nacional de Estadística)
DRE	Dirección de Recursos Energéticos
ELP	Estrategias a largo plazo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FV	Fotovoltaico
GCF	Fondo Verde para el Clima (siglas en inglés)
Gg	Gigagramo
GLP	Gas licuado de petróleo
GWh	gigavatio hora
INPASA	Industria Paraguaya de Alcoholes S.A.
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
KfW	Banco Alemán de Desarrollo
kTCO2e	Kilotonelada de emisiones de dióxido de carbono equivalente
kV	Kilovoltio
kWh	kilovatio hora
kW	Kilovatio
LCOE	Costo nivelado de la electricidad (siglas en inglés)
m3	Metro cúbico
MADES	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MERCOSUR	Mercado Común del Sur

MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MITIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MoPaDual	Modelo Paraguayo de Formación Profesional Dual
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MW	Megavatio
NAMA	Acción nacional apropiada de mitigación (siglas en inglés)
NAPA	Programa Nacional de Acción para la Adaptación (siglas en inglés)
NDC	Contribución determinada a nivel nacional (siglas en inglés)
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONU	Naciones Unidas
PEE	Plan de Eficiencia Energética
PETROPAR	Petróleos Paraguayos
PIB	Producto Interno Bruto
PJ	Petajulio
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROEZA	Proyecto Pobreza, Reforestación, Energía y Cambio Climático
PYG	Guaraní paraguayo
RRA	Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (siglas en inglés)
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SNPP	Servicio Nacional de Promoción Profesional
STP	Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico
TFEC	Consumo final total de energía (siglas en inglés)
USD	Dólar estadounidense
VMME	Viceministerio de Minas y Energía
°C	Grados centígrados
µg	Microgramo

Resumen ejecutivo

La combinación energética de la República del Paraguay está dominada por fuentes de energía limpia, con una de las mayores proporciones de energía renovable en Sudamérica. La energía hidroeléctrica representa la mayor parte de la generación de electricidad del país, y constituye alrededor del 99,5 % de la capacidad eléctrica instalada. En consecuencia, Paraguay es altamente dependiente de las condiciones hidrológicas de los ríos que alimentan las principales centrales hidroeléctricas del país, donde la mayor parte de la electricidad producida se exporta a los países vecinos.

La economía de Paraguay se basa principalmente en la agricultura, la ganadería y el sector de servicios, que ha venido creciendo en los últimos años. Sin embargo, la crisis global provocada por la pandemia de COVID-19 ha afectado la economía del país y ha reducido su producto interno bruto (PIB) en alrededor de un 1 % durante 2020. Independientemente de los desafíos persistentes, Paraguay ha experimentado un progreso social y económico en las últimas dos décadas, con políticas y estrategias nacionales que contribuyen cada vez más al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y reiteran el compromiso de Paraguay de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030. Los avances incluyen la ratificación del Acuerdo de París en 2016, la Ley Nacional de Cambio Climático de 2017 y la Contribución determinada a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), actualizada en virtud del Acuerdo de París y presentada en julio de 2021.

Los recursos de energía renovable de Paraguay son vastos y diversos y tienen un papel importante en mejorar la seguridad energética, mitigar el cambio climático y promover el crecimiento económico alineado con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y con el objetivo de cero emisiones netas del Acuerdo de París. Para 2020, las energías renovables habían alcanzado una capacidad instalada total de alrededor de 8832 megavatios (MW). La capacidad hidroeléctrica por sí sola representó 8810 MW y la bioenergía 22 MW. A pesar de que las energías renovables son la mayor fuente del suministro total de energía de Paraguay, las emisiones han ido aumentando gradualmente debido al creciente uso de combustibles fósiles, principalmente en el sector del transporte. Durante el periodo 2010-2019, la importación de derivados del petróleo (principalmente gasolina y diésel) aumentó rápidamente, un crecimiento promedio anual de 5,1 %, lo que la convierte en la segunda fuente de energía del país.

Paraguay ve la necesidad de fomentar la diversificación de su combinación energética a través de la adopción de tecnologías de energía renovable y de cero emisiones netas. Esto contribuiría a la descarbonización de los sectores de uso final, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, la promoción de la eficiencia energética y el logro de cero emisiones netas, al tiempo que atraería inversiones y brindaría diversos beneficios socioeconómicos a la población del país.

Estos aspectos se destacan claramente en la Política Energética Nacional 2016-2040, que promueve el uso de las fuentes de energía renovable dotadas de Paraguay para mejorar el acceso a la energía, reforzar la seguridad energética, implementar la eficiencia energética y, gracias a su posición geográfica y a los proyectos hidroeléctricos binacionales existentes, consolidar el papel clave del país en la integración energética regional. La política energética nacional también proporciona pautas claras de implementación que se aprovechan en la recientemente desarrollada Agenda de Energía Sostenible 2019-2023. La agenda centra sus esfuerzos en promover la movilidad sostenible, con el objetivo de reducir en gran medida las importaciones de derivados del petróleo al país. Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2030 destaca el papel crucial que jugará la energía renovable en el aumento de los ingresos nacionales y en la contribución al desarrollo sostenible del país.

El proceso de Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA, por sus siglas en inglés) para Paraguay ha identificado acciones clave para acelerar el despliegue de energía renovable en el país. El proceso consultivo liderado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, representado por el Viceministerio de Minas y Energía (VMME), y facilitado por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), tiene como objetivo ayudar a desbloquear el potencial de energía renovable de Paraguay. Las acciones identificadas se agrupan en seis áreas, donde se han identificado los principales desafíos.

Desafíos y recomendaciones clave

1. Fortalecer la estructura institucional y la gobernanza energética.

Las actuales instituciones en Paraguay enfrentan limitaciones de capacidad para garantizar la rápida implementación de políticas, programas y estrategias en el sector energético. Las instituciones energéticas clave requieren recursos humanos, capacidades y recursos presupuestarios adicionales para liderar responsabilidades multisectoriales, implementar programas energéticos nacionales y brindar asistencia técnica en el diseño de modelos comerciales, la instalación, el mantenimiento y la certificación de tecnologías de energía renovable.

Por tanto, es fundamental priorizar el fortalecimiento de la gobernanza de las instituciones energéticas en el país mediante el robustecimiento de capacidades y el aumento de los presupuestos de las entidades existentes o crear organismos especializados para implementar pilares estratégicos de la política energética, como la eficiencia energética y las energías renovables. Por ejemplo, un enfoque de corto a mediano plazo podría residir en la creación de un Comité de Energía como medida transitoria hacia la eventual creación de una institución líder en el sector energético, como un Ministerio de Energía. Este Comité mejoraría la coordinación entre las diferentes instituciones del sector energético, al dar seguimiento a la implementación de la Política Energética Nacional y evaluar los beneficios potenciales de las reformas energéticas en el país.

Además, Paraguay necesita establecer un ambiente regulatorio independiente, ya sea al aumentar esta capacidad en una institución existente o al considerar otorgar estas responsabilidades a una nueva. El organismo regulador debe garantizar una supervisión adecuada e independiente de los diferentes aspectos del sector energético y trabajar en estrecha colaboración con las instituciones energéticas clave del país. Además, existe la necesidad de agilizar los procedimientos administrativos para el otorgamiento de permisos y concesiones para acelerar el despliegue de proyectos de energía renovable. La creación de una "agencia de ventanilla única", como un cuerpo legal independiente o bajo el mandato de una institución existente, puede facilitar la concesión de licencias de manera más eficiente y rápida para lograr un avance más acelerado de los proyectos de energía renovable.

2. Mejorar la política energética, la planificación a largo plazo y el marco regulador para el sector de las energías renovables.

Paraguay tiene una rica diversidad de recursos de energía renovable que aún no se han evaluado claramente y la elaboración de mapas de recursos podría ayudar en la identificación de zonas con potencial para el desarrollo de proyectos de energía renovable que sirvan a la generación de electricidad u otras aplicaciones.

Además, el avance del sector energético en Paraguay requiere una mejor orientación, determinada por un plan energético nacional sólido que incluya pautas claras para todos los sectores de uso final, incluidos los de electricidad, transporte, industria y edificios. Las responsabilidades de planificación actuales en el país se encuentran dispersas entre diferentes instituciones, lo que dificulta la utilización del potencial total de energías renovables en el país. Asimismo, el sector energético paraguayo se beneficiaría de la delimitación de objetivos claros de energía renovable más allá del sector eléctrico, que podrían integrar las dimensiones económica, social, ambiental y de gobernanza del desarrollo sostenible, así como de una clara vinculación y contribución a la acción climática en el marco de las NDC.

El sector de energías renovables paraguayo tiene un fuerte nexo con diferentes aspectos de los ODS y tener un vínculo claro con estos objetivos beneficiaría el logro de un futuro energético sostenible y un potencial de cero emisiones netas para 2050. El desarrollo de una estrategia transversal que destaque las áreas de nexo del sector energético con los ODS posicionaría al sector como una prioridad nacional y enfatizaría sus contribuciones para mejorar el uso de la tierra, la modernización del sector agrícola y el empoderamiento de las mujeres, entre otros.

Además, es necesario priorizar acciones para establecer marcos habilitadores claros para el desarrollo de proyectos de energía renovable en el país. La creación de leyes y normas transparentes y efectivas, incluidos incentivos, reglamentos y garantías, podría ayudar a atraer nuevas inversiones al país.

3. Desarrollar instrumentos de política e implementar iniciativas para fomentar la eficiencia energética.

La eficiencia energética es uno de los pilares de la Política Energética Nacional del país, y se han implementado algunas acciones para fomentar un uso más eficiente de la energía en Paraguay. Por ejemplo, el país ha desarrollado un mecanismo de coordinación interministerial y ha establecido directrices en todo el sector económico a través del Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE), así como el desarrollo de un Plan Nacional de Eficiencia Energética.

Sin embargo, estos esfuerzos aún no han dado lugar a resultados concretos, y la eficiencia energética aún requiere una promoción más amplia y una implementación específica en el país. El desarrollo de una legislación sobre eficiencia energética puede proporcionar condiciones para la implementación de iniciativas y objetivos claros en diferentes sectores, incluidos edificios, transporte, industria, etc., al tiempo que se promueva la adopción de tecnologías de energía renovable y eficiencia energética para diferentes aplicaciones. Además, existe la necesidad de programas que aumenten la conciencia del público en general sobre el uso responsable de la energía, y ayuden a cambiar la opinión predominante de que el país tiene recursos hidroeléctricos infinitos. Estructurar políticas integrales que ofrezcan un rol más relevante a la población en su enfoque al consumo energético podría favorecer la sensibilización sobre el uso responsable de la energía en Paraguay.

4. Promover el uso de energías renovables más allá del sector eléctrico.

El despliegue de energías renovables puede beneficiar a muchos sectores diferentes en el país, al evaluar el potencial y el impacto de las tecnologías de energías limpias en sectores de uso final como transporte, industria, edificios, etc. Sin embargo, la coordinación institucional para ejecutar estrategias transversales exige organización entre ministerios y coherencia vertical entre otras instituciones gubernamentales.

Sería beneficioso para Paraguay desarrollar hojas de ruta que evalúen la penetración potencial de tecnologías de energías limpias, que destaquen los diversos beneficios que generan este tipo de proyectos, como la mejora de la seguridad alimentaria, la mitigación de emisiones del sector transporte, la modernización del sector industrial, entre otros.

El desarrollo de hojas de ruta en diferentes sectores requerirá fortalecer la participación institucional y de las partes interesadas más allá del sector eléctrico, con el objetivo de que todos los actores relevantes participen y se comprometan a avanzar las acciones identificadas en la hoja de ruta. La coordinación institucional también podría satisfacer la necesidad de evaluar la capacidad para invertir en tecnologías bajas en carbono y diseñar modelos comerciales para instalar y desplegar tecnologías de energías renovables. Asimismo, Paraguay puede aprovechar su trabajo en iniciativas regionales existentes para fomentar la cooperación internacional para la promoción de las energías renovables y contribuir a la integración energética regional en América Latina.

5. Fomentar la inversión en tecnologías de energía renovable.

El marco macroeconómico fortalecido de Paraguay se basa en reglas fiscales, metas de reducción de la inflación, baja deuda pública y reservas de divisas adecuadas. A comienzos de 2020, sus favorables condiciones de inversión lo posicionaron entre los cinco países de América Latina con menor prima de riesgo. Sin embargo, el país enfrenta desafíos para atraer inversiones en ciertas áreas del sector energético.

Para acelerar las inversiones en proyectos de energía renovable y eficiencia energética en Paraguay, se pueden crear incentivos directos en forma de exenciones tributarias y descuentos para equipos de energía renovable y de alta eficiencia, entre otros. Además, el país puede considerar la posibilidad de brindar asistencia técnica para estudiar las economías de escala para el desarrollo del uso de energías renovables en sectores estratégicos, apoyar la organización y el desarrollo profesional de las pequeñas y medianas empresas, y crear capacidades en los bancos comerciales y prestatarios para aumentar el acceso a la financiación.

Se deben crear más oportunidades de financiación en el país para impulsar el rápido desarrollo de proyectos de energía renovable. Por ejemplo, las garantías, las líneas de crédito y otros mecanismos de financiación específicos pueden ayudar a atraer el interés de los desarrolladores de proyectos y los inversionistas. Además, se debe considerar el apoyo financiero direccionado a mitigar el cambio climático por parte de organismos internacionales, de instituciones internacionales para el desarrollo de proyectos de energía renovable y eficiencia energética.

6. Reforzar la creación continua de capacidades institucionales y humanas.

Actualmente, Paraguay está experimentando un desequilibrio entre la oferta y la demanda de personal capacitado con habilidades en actividades relacionadas con la energía, que incluyen política energética, regulación, instalación y mantenimiento de sistemas de energía renovable, certificación de tecnologías y desarrollo de proyectos, entre otros.

Es necesario trazar las competencias laborales que se requieren, y así poder desarrollar una oferta educativa adecuada, programas de capacitación y formación para satisfacer la creciente demanda de profesionales y técnicos del sector energético. Esto se puede hacer en colaboración con el sector académico, al identificar las necesidades de formación actuales y futuras en el sector energético y reforzar los programas educativos existentes.

La colaboración entre los diferentes actores de los sectores público y privado involucrados en el proceso de desarrollo de la RRA será clave para hacer realidad estas acciones. Se espera que la implementación de estos pasos allane el camino para la transición energética y la acción climática asociada en Paraguay.



Vista de una fábrica de caña de azúcar en Troche, Paraguay.

Crédito de imagen: Shutterstock

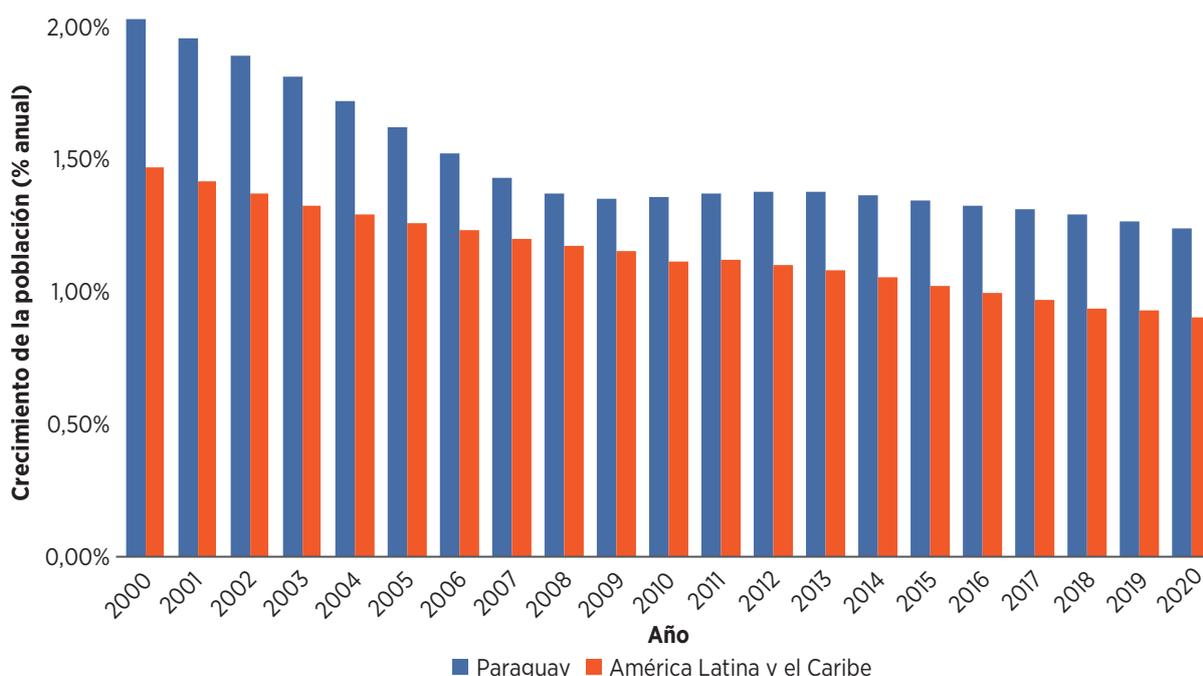
1. Introducción

Antecedentes del país

La República del Paraguay está ubicada en el centro de Sudamérica y limita con Argentina, Bolivia y Brasil. El país tiene un área sin salida al mar de 406752 kilómetros cuadrados, dividida en dos regiones naturales por el río Paraguay. La zona oriental contiene el 90 % de la población, mientras que la zona occidental, conocida como Chaco paraguayo, representa el 60 % de la superficie territorial. La región oriental está dominada por las sierras de Amambay, Mbaracayú y Caaguazú. El río Paraguay es el principal sistema fluvial, navegable por embarcaciones de altura desde Paraná hasta Asunción y por flotas medianas desde Asunción hasta Corumbá (Brasil). El siguiente río más grande es el río Paraná, que se extiende por 679 kilómetros bordeando los límites este-sur de Paraguay.

La población de Paraguay, estimada en 7,3 millones, está creciendo a una tasa anual promedio de 1,5 %, lo que supera la tasa de crecimiento anual promedio de 1 % para América Latina y el Caribe (Figura 1). De esta población, el 62,5 % se ubica en zonas urbanas y el 37,5 % en zonas rurales (DGEEC, 2015). Las ciudades más pobladas son Asunción y Ciudad del Este en Alto Paraná. En 2018, el valor del Índice de Desarrollo Humano para Paraguay fue 0,72, por debajo del promedio regional de 0,76 para América Latina y el Caribe, lo que colocó a Paraguay en el lugar 98 entre 198 países en todo el mundo.

Figura 1. Crecimiento anual de la población, 2000-2020



Fuente: Banco Mundial, 2020a

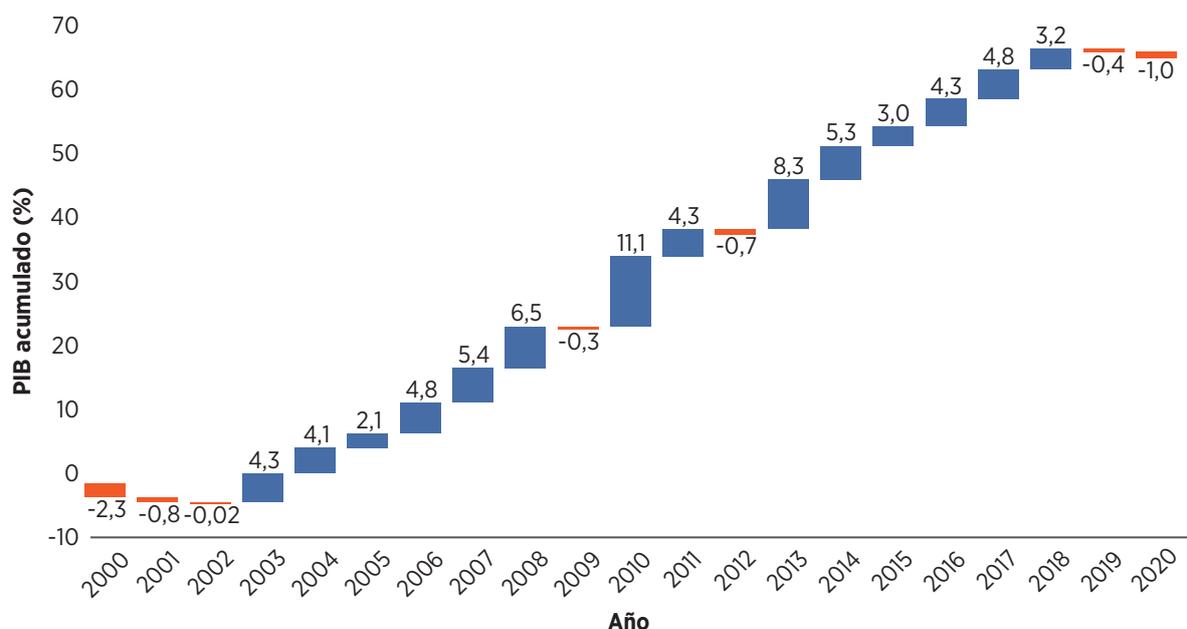
A fines de 2019, el 99,95 % de la población tenía acceso a la electricidad y el 69 % utilizaba fuentes de energía modernas, como gas licuado de petróleo (GLP) o electricidad, para cocinar (ANDE, 2019a). Entre 2015 y 2016, la intensidad energética del país (el consumo de energía por unidad de producto interno bruto (PIB) disminuyó en un 1,85 %, de 10 267 kilojulios por USD a 10 080 kilojulios por USD (DGEEC, 2015).

En octubre de 2015, el Gobierno de Paraguay presentó su Contribución determinada a nivel nacional (NDC) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La NDC estableció un objetivo global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del país en un 20 % para 2030 (10 % condicional y 10 % incondicional), utilizando el año 2000 como base (CMNUCC, 2016). En julio de 2021, Paraguay presentó una NDC actualizada, que ratifica los compromisos presentados en la primera NDC. La NDC revisada incluye ejes transversales utilizados para la generación de instrumentos necesarios para gestionar el riesgo climático, los aspectos normativos, las perspectivas de género, la inclusión de pueblos indígenas, el empoderamiento climático y la promoción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para 2030. El sector energético se presenta con tres objetivos, dirigidos a: 1) mejorar los servicios de electricidad, 2) conservar las cuencas hídricas donde se genera la energía hidroeléctrica y 3) desarrollar y promover fuentes de energía alternativas (CMNUCC, 2021).

Entre 2012 y 2019, el sector del transporte se expandió de manera constante. La flota de motocicletas creció a una tasa promedio anual de 16,3 %, seguida de automóviles (11,6 %), autobuses (4,6 %) y camiones (6,6 %). En 2015, el país generó cerca de 50 000 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), y el sector energético (principalmente transporte) representó el 12 % de las emisiones totales de CO₂ (SIEN, 2019).

En 2019, Paraguay ocupó el cuarto lugar en competitividad entre los países del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), siendo su principal fortaleza la estabilidad macroeconómica basada en el cumplimiento de metas de inflación y niveles prudentes de endeudamiento (DECI, 2019). Logró un PIB per cápita de 12 684 dólares estadounidenses. Para el periodo 1999-2020, el PIB del país creció a una tasa promedio anual de 2,93 % (Banco Mundial, 2020b) (Figura 2), que cayó a -1,0 % en 2020 debido a la pandemia de COVID-19; mientras tanto, la proporción de la población en situación de pobreza¹ disminuyó del 44,7 % en 1999 al 23,5 % en 2019 (DGEEC, 2019). El sector de servicios aporta la mayor proporción del PIB, con un 32 % en 2018, seguido de la agricultura y la ganadería (incluidas la carne y los lácteos) con el 14,8 %, el comercio con el 11,7 % y la electricidad y el agua con el 8,8 % (BCP, 2019).

Figura 2. Crecimiento del PIB de Paraguay (% anual), 2000-2020



Fuente: Banco Mundial, 2020b

¹ La línea de pobreza corresponde a la población con ingresos inferiores a la canasta básica de consumo estimada. Para 2019, los valores se estimaron en 101 dólares estadounidenses para áreas urbanas y 72 dólares estadounidenses para áreas rurales.

En 2019, fenómenos climáticos como las sequías afectaron la producción agrícola y la generación de electricidad en algunas zonas, mientras que el país también se vio afectado por fuertes lluvias que provocaron inundaciones e impactaron la producción ganadera y el sector de la construcción, con efectos en la economía nacional (CEPAL, 2019). La Tabla 1 muestra los principales indicadores relacionados con los sectores de energía, transporte y medio ambiente.

Tabla 1. Indicadores relevantes relacionados con la energía y el medio ambiente

			
Consumo de energía a partir de combustibles fósiles (2019)	40%	Crecimiento de la flota de vehículos (2012-2019)	215,9 %
Capacidad de generación de electricidad (2019)	8 848 MW	Crecimiento de la flota de motocicletas (2012-2019)	287,2 %
Producción de electricidad (2019)	49 456 GWh	Crecimiento de la flota de autobuses (incluidos minibuses) (2012-2019)	123,4 %
Producción de electricidad a partir de fuentes renovables (2019)	99,5 %	Crecimiento de la flota de camiones (2012-2019)	34 %
			
Total de emisiones de gases de efecto invernadero ² (2015)	51293 kTCO ₂ e	Aspiración de la NDC de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030	20 %
Proporción de emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético (2015)	12 %	Número de hectáreas de nuevas plantaciones forestales para 2030 (en miles)	160
Emisiones de material particulado (PM _{2,5}), Ciudad de Asunción (2018)	30 µg/m ³	Número de programas de eficiencia energética que se implementarán para 2030	3

Fuente: SIEN, 2019; VMME, 2016; MADES, 2019, 2021; DRA, 2021; IRENA, 2021a

El Plan Nacional de Desarrollo 2030 propone estrategias para garantizar el empleo, la seguridad social, la competitividad, la innovación, la diversificación de productos y la valorización del capital ambiental.

El marco de la política energética promueve nuevos desarrollos en energías renovables a través de la producción sostenible de energía y el uso directo de los recursos naturales. Para este propósito, Paraguay apunta a aprovechar las fuentes de energía alternativas como la energía solar y eólica, además de futuros desarrollos en pequeñas y grandes centrales hidroeléctricas. La política también propone fortalecer la investigación e innovación energética y la capacidad de gestión de recursos del país (para obtener más información, consulte la sección 2.4).

² Incluye dióxido de carbono, metano y óxido nítrico.





Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA)

La RRA es un proceso consultivo dirigido por el país y desarrollado por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) para identificar políticas apropiadas y opciones normativas que apoyen una transición acelerada hacia energías renovables y tecnologías bajas en carbono en todas las aplicaciones del sector energético.

La RRA Paraguay se inició por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, representado por el Viceministerio de Minas y Energía (VMME) en cooperación con IRENA, con miras a apoyar los esfuerzos del país para permitir una mayor penetración de varias tecnologías de energía renovable.

IRENA desarrolló el RRA como una herramienta para llevar a cabo una evaluación integral de las condiciones para el despliegue de energías renovables en un país en particular. La RRA proporciona un lugar para el diálogo de múltiples partes interesadas para identificar los desafíos existentes para el despliegue de energías renovables y diseñar soluciones para superar los obstáculos existentes.

Se presentan a los gobiernos recomendaciones a corto y mediano plazo para la estructuración de nuevas políticas o reformar las existentes y establecer un entorno más propicio para el despliegue de energías renovables. La RRA también consolida los esfuerzos existentes y moviliza recursos para acciones prioritarias. Desde 2011, la metodología RRA se ha utilizado para realizar más de 40 evaluaciones de países, lo que a menudo ha dado como resultado una amplia participación de las partes interesadas y mejoras en las políticas y los marcos institucionales.

El proceso de RRA en Paraguay comenzó con una revisión de la literatura de la investigación en el sector energético y entrevistas con partes interesadas clave de instituciones gubernamentales, socios regionales, el sector académico y el sector privado. El proceso continuó con la celebración de un Taller de Consulta en febrero de 2021 para analizar los principales desafíos que obstaculizan el despliegue acelerado de energías renovables en Paraguay.

Posteriormente, se desarrollaron y presentaron una serie de recomendaciones a las partes interesadas del país durante un Taller de Validación en mayo de 2021, con el objetivo de validar las acciones propuestas a corto y mediano plazo que surgen de este estudio. A lo largo de 2020 y 2021 se realizaron talleres y reuniones con expertos y agentes de sectores relevantes como el transporte, la energía, la industria y la agricultura en un entorno híbrido, y se combinaron reuniones presenciales y virtuales debido a las medidas relacionadas con el COVID-19.

La RRA Paraguay tiene un sólido enfoque en promover la diversificación de la combinación energética y el uso de energías renovables y tecnologías bajas en carbono más allá del sector eléctrico, y vincula los posibles beneficios socioeconómicos y la contribución a la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y la y acción climática del sector energético paraguayo.



2. Contexto de energía

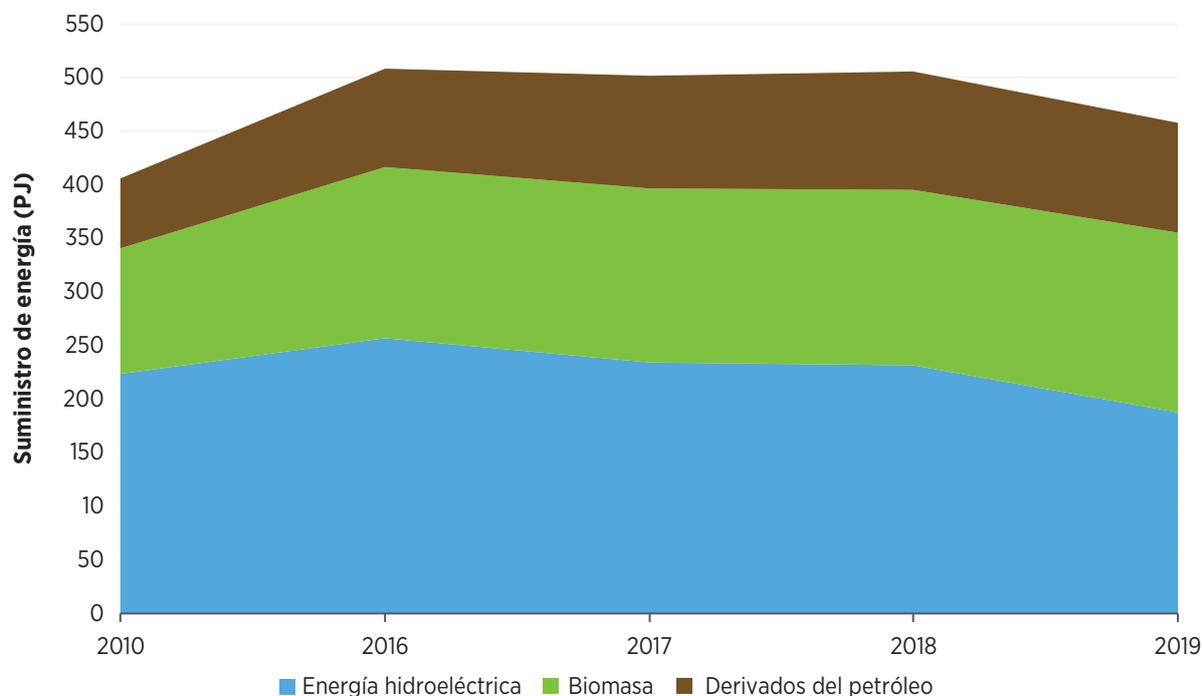
Panorama general del sector energético

Suministro de energía

El suministro de energía en Paraguay está dominado principalmente por los recursos hidrológicos y de biomasa, que representaron el 41,0 % y el 36,8 %, respectivamente, del uso de energía en 2019. Entre 2010 y 2019, el suministro de energía creció a una tasa promedio anual de 1,3 %, para alcanzar un total de 457,4 petajulios (PJ) en 2019 (Figura 3). No se registran importaciones de crudo desde el cierre de las operaciones de la refinería Petróleos Paraguayos (PETROPAR) en 2005. Paraguay depende en gran medida de las importaciones de derivados del petróleo, principalmente gasolina y diésel, que representan casi el 90 % de las importaciones de combustibles líquidos. La importación de derivados del petróleo ha aumentado rápidamente en los últimos años, creciendo un 5,1 % anual en promedio durante el periodo 2010-2019, impulsada principalmente por el aumento de la flota de vehículos del país.

El suministro de energía de Paraguay se utiliza principalmente para la generación de energía y para la obtención de carbón vegetal y alcoholes (bioetanol). Durante el periodo 2010-2019, las exportaciones de electricidad representaron un promedio del 75,2 % de la producción total.

Figura 3. Suministro total de energía en Paraguay, 2010-2019



Fuente: VMME, 2020a

Tabla 2. Principales empresas productoras de bioetanol

Empresa	Ubicación	Capacidad instalada (millones de litros/año)
INPASA	Departamento de San Pedro	252
	Departamento de Canindeyú	144
PETROPAR	Departamento de Guairá	80
AZPA S.A.	Departamento de Guairá	30
Ingenio San Luis S.A.C.I.C.	Departamento de Canindeyú	20
ALPASA	Departamento de Paraguari	15

Fuente: PETROPAR, 2019; AZPA, 2019; INPASA, 2019; Agencia IP, 2018; FAO, 2018

Tabla 3. Suministro de biomasa forestal con fines energéticos

Zonas	Toneladas por año
Bosques productivos nativos en la región oriental	289 000
Bosques productivos nativos en la región occidental	1500 000
Plantaciones forestales	600 000
Total	2 389 000

Fuente: FAO, 2018

Paraguay alberga alrededor de 14 plantas de bioetanol, que se distribuyen entre 12 productores de alcohol autorizados por el Ministerio de Industria y Comercio (MIC). En 2018, la capacidad nacional de producción de bioetanol alcanzó los 550 millones de litros. La producción actual, 55 % de maíz y 45 % de caña de azúcar, duplicó la superficie cultivada de estas materias primas durante el periodo 2008-2018 (FAO, 2018). En la Tabla 2 se muestran las seis empresas con mayor capacidad instalada de producción de bioetanol, lideradas por Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. (INPASA) y PETROPAR.

La capacidad de producción de biodiésel ha crecido de manera constante, alcanzando una producción total de 376 millones de litros en 2019, frente a los 138 millones de litros en 2010 (SIEN, 2019). En 2014, alrededor de nueve empresas tenían una capacidad anual combinada de 45 millones de litros (MIC, 2018). Desde 2019, ECB Paraguay S.A. (parte de ECB Group) tiene previsto construir una planta de segunda generación con una capacidad instalada de 3 millones de litros por día para la producción de biodiésel y bioqueroseno, equivalente a una tercera parte del diésel convencional que se consume actualmente en el país (MIC, 2019).

Además, las plantaciones forestales de monocultivo ocupan una superficie de casi 12 000 hectáreas, lo que equivale a un suministro de 600 000 toneladas anuales para electricidad y principalmente calefacción (FAO, 2018). Casi el 60 % de la superficie sembrada se ubica en los distritos de Alto Paraná, San Pedro y Caazapá. La Tabla 3 resume el suministro de biomasa forestal con fines energéticos.

La capacidad instalada de biogás (de residuos agrícolas) proviene de una planta de producción de biometano puesta en marcha en 2017. La central, propiedad de Itaipú y CIBiogas, tiene una capacidad instalada de 300 metros cúbicos (m³) por día y se utiliza principalmente para abastecer la flota de vehículos de la central. La central tiene capacidad para manejar 600 kilogramos de restos de comida, 1,5 toneladas de residuos vegetales y 10 m³ de lodos de aguas residuales (Itaipú Binacional, 2017).

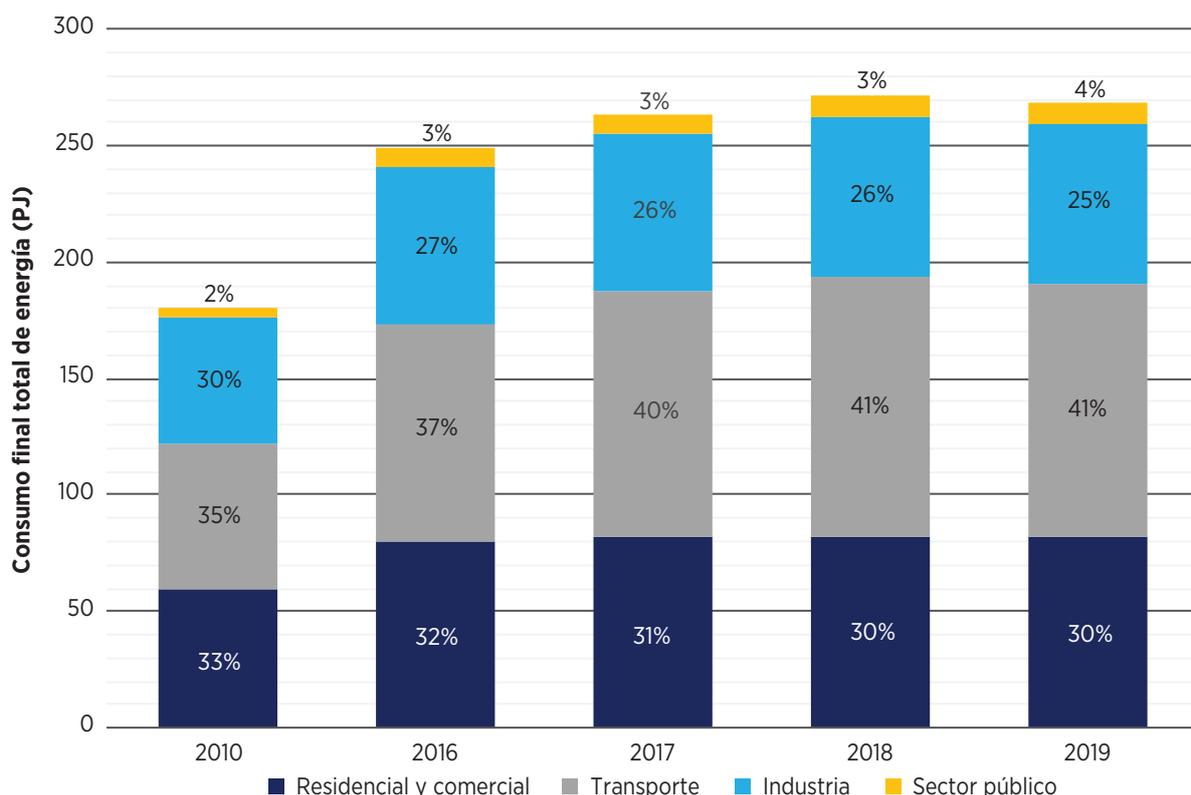
Consumo de energía

Entre 2010 y 2019, el consumo final total de energía (TFEC, por sus siglas en inglés) aumentó un 48,8 %, de 180,4 PJ a 268,5 PJ. El sector del transporte representó la mayor proporción, seguido de los sectores residencial, comercial, industrial y público (VMME, 2012, 2020a), como se muestra en la Figura 4.

Entre 2010 y 2019, el consumo de biomasa aumentó en los sectores residencial y comercial en un 20,7 % y en el sector industrial en un 23,7 %. En 2019, la biomasa suministró el 41,3 % del TFEC, principalmente a partir de leña (69,8 %) y carbón vegetal (8,1 %). La leña se utilizó principalmente para cocinar, que tradicionalmente se ha basado en el uso de estufas ineficientes. En el mismo periodo, el uso de energía eléctrica se incrementó en un 91 % y el transporte incrementó su consumo de derivados (diésel y gasolina) en un 68,6 %. El consumo de GLP a nivel residencial aumentó un 7,2% y desplazó parte del consumo de leña para cocinar (DGEEC, 2016).

El consumo de biocombustibles líquidos se duplicó, debido a la implementación de proyectos para la producción de combustibles siguiendo la Ley de Fomento de los Biocombustibles de 2005. Como se muestra en la Figura 5, el consumo final de energía del sector público está compuesto por 97 % de electricidad, siendo el resto biomasa (principalmente leña).

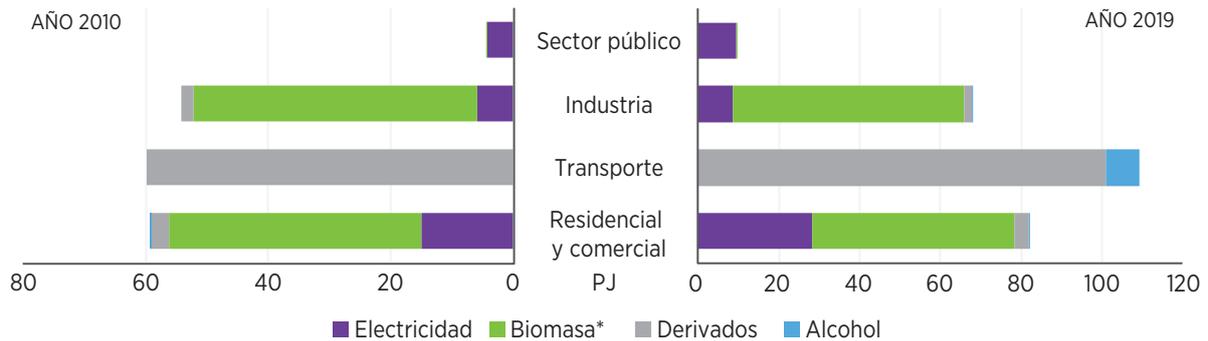
Figura 4. Consumo final total de energía por sector, 2010-2019



Fuente: VMME, 2012, 2017, 2019a, 2020a



Figura 5. Consumo final total de energía por fuente, 2010 y 2019



* Incluye carbón vegetal

Fuente: VMME, 2012, 2020a

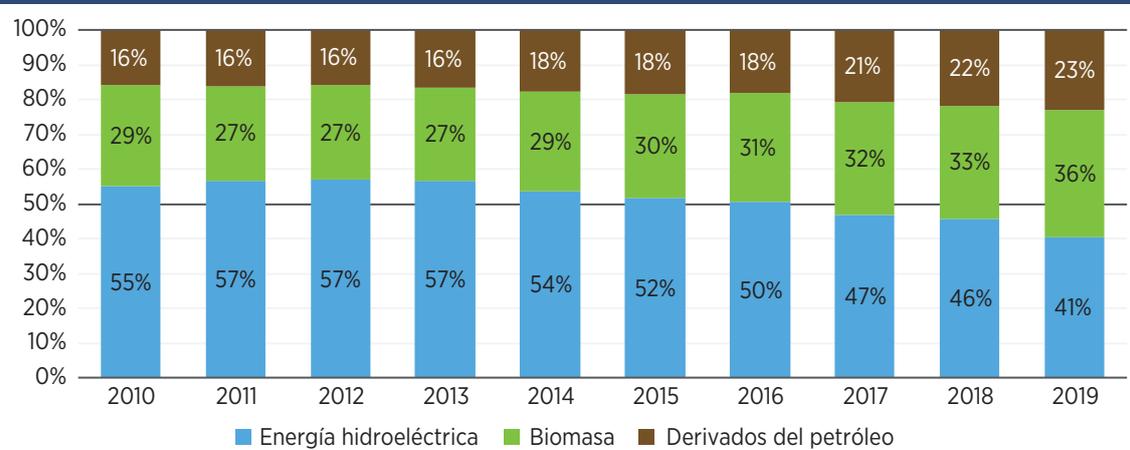
Recuadro 1. Energía renovable en la combinación energética

La combinación energética en Paraguay se caracteriza por una alta participación de fuentes renovables. En la última década, los recursos hidrológicos y de biomasa aportaron un promedio del 82 % del suministro final total de energía. En los últimos cinco años, el aporte de la biomasa ha aumentado, impulsado por la creciente demanda de caña de azúcar, maíz y otros cultivos energéticos para la producción de biocombustibles (VMME, 2019a). El crecimiento en el uso de biomasa se relaciona con las políticas y leyes nacionales para promover la mezcla de biocombustibles con gasolina y diésel habituales. Por el contrario, la contribución de la energía hidroeléctrica disminuyó debido al aumento de las importaciones de combustibles derivados del petróleo. La Figura 6 muestra la proporción de las fuentes renovables en el suministro final total de energía.

Los sectores residencial e industrial tienen un alto consumo de madera, lo que representa en conjunto el 58,5 % del consumo de biomasa del país en 2019. Combinados, crearon una demanda de explotación forestal que, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), está por encima de la oferta sostenible de bosques en algunas regiones del país (particularmente la región oriental) (FAO, 2019).

Las políticas de acceso a combustibles eficientes apuntan a controlar la presión sobre los bosques nativos del país y desplazar parte del consumo de leña del sector residencial.

Figura 6. Proporción de las energías renovables en el suministro final total de energía en Paraguay, 2010-2019



Nota: la figura excluye las exportaciones y el potencial energético no utilizado.

Fuente: SIEN, 2019

Sector eléctrico

Las centrales hidroeléctricas de Itaipú y Yacyretá representan la mayor capacidad de generación instalada del país y están integradas con los sistemas eléctricos de Brasil y Argentina. La central hidroeléctrica Acaray es la tercera más grande, seguida de las pequeñas centrales térmicas que utilizan diésel, bagazo y biogás, que en su mayoría están administradas por la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). La Tabla 4 muestra la capacidad de generación instalada por tipo en 2020; la participación de la capacidad se ha mantenido similar durante la última década, con pequeñas variaciones en la capacidad instalada de bioenergía.

La capacidad instalada existente de energías renovables variables sirve principalmente a sistemas aislados y proyectos piloto en ubicaciones remotas (consulte la Tabla 5). Ejemplos incluyen el sistema solar fotovoltaico (FV) para 35 centros indígenas en zonas del Chaco paraguayo, la planta eólica y solar de la base militar Joel Estigarribia, y la planta solar fotovoltaica de una base militar ubicada en Mayor Pablo Lagerenza. También se han instalado aerogeneradores con fines de investigación.

La energía hidroeléctrica ha dominado tradicionalmente la producción de electricidad, lo que representó el 98,8 % de la generación total de energía del país en 2018 (IRENA, 2021a). En las dos décadas anteriores, entre el 75 y el 80 % de la producción de electricidad de Paraguay se destinaba a la exportación. Entre 2001 y 2018, el consumo interno de electricidad se triplicó aproximadamente, de 6 000 gigavatios hora (GWh) a 17 000 GWh; esto equivale a una tasa de crecimiento anual del 6,2 %, superior al promedio histórico del suministro eléctrico en los países de América Latina y el Caribe (3,2 % anual) (BID, 2020a).

Tabla 4. Capacidad de energía instalada, 2020

Plantas de generación	Capacidad instalada (MW)	%
Itaipú (energía hidroeléctrica)	7 000	79,1 %
Yacyretá (energía hidroeléctrica)	1 600	18,1 %
Acaray (energía hidroeléctrica)	210	2,26 %
Centrales termoeléctricas	26	0,29%
Bioenergía	22	0,25%
Total	8 858	100 %

Nota: excluye proyectos piloto fuera de la red.

Fuente: IRENA, 2021a

Tabla 5. Proyectos relevantes de energía renovable variable en Paraguay

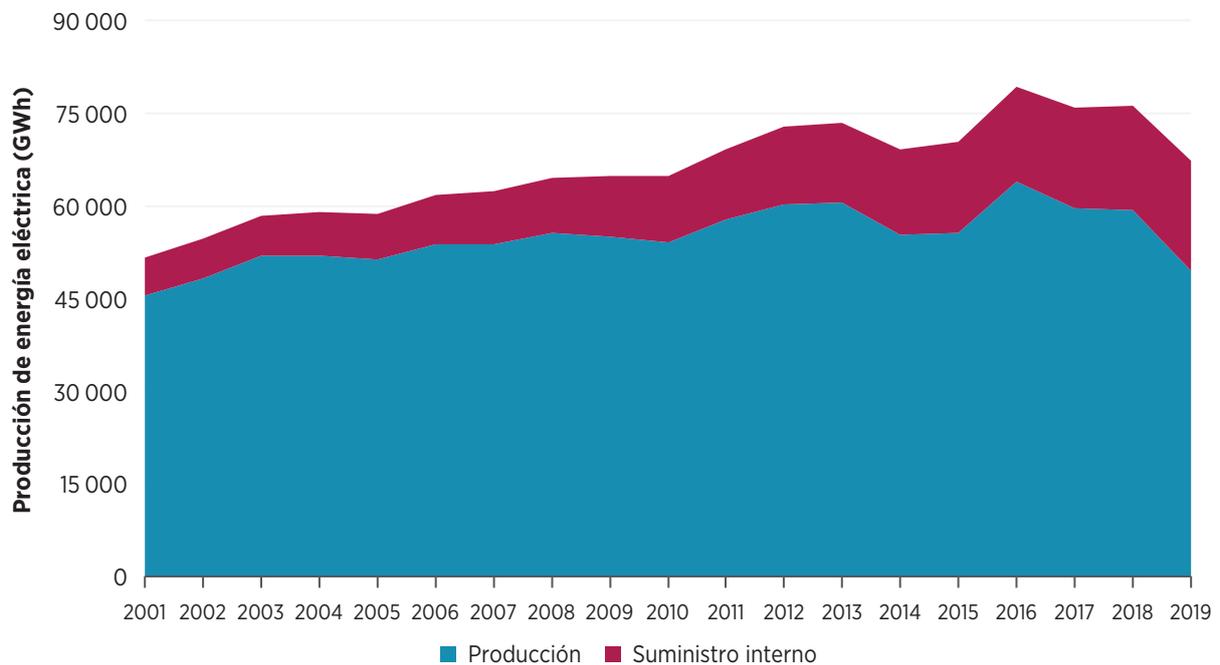
Proyecto	Organismo responsable	Energía máxima instalada
Planta solar fotovoltaica para pueblos indígenas en zonas aisladas del Chaco paraguayo	Itaipú Binacional - INTN	= 20 kW
Parque eólico-solar en la base militar Joel Estigarribia, Chaco paraguayo	Consultoría en Energías Renovables Itaipú Binacional	Solar = 40 kW Eólica = 5 kW
Parque solar fotovoltaico en la base militar Mayor Pablo Lagerenza, Chaco paraguayo	Consultoría en Energías Renovables Itaipú Binacional	40 kW
Aerogenerador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA)	FIUNA	15 kW
Plantas solares fotovoltaicas en 45 comunidades de la región oriental de Paraguay	VMME	50,4 kW

Fuente: FIUNA, 2019; CONACYT, 2019; ANDE, 2016a; Itaipú Binacional, 2018

Varios factores han contribuido al aumento del consumo interno de electricidad, incluido el crecimiento del PIB, que promedió 3,87% durante el periodo 2001-2018 (Banco Mundial, 2020b); el bajo costo de la electricidad; y la creciente intensidad energética en el sector industrial (donde el consumo promedio por usuario aumentó de 7,7 kilovatios hora (kWh) por mes a 90 kWh por mes) y en el sector residencial (donde el consumo promedio por usuario aumentó de 231 kWh por mes a 363 kWh por mes) (ANDE, 2018a).

Entre 2001 y 2018, el consumo de electricidad del sector público aumentó a una tasa promedio anual de 8,2 % (SIEN, 2019), con una tarifa promedio de 250,9 PYG por kWh (4,9 centavos de dólar estadounidense por kWh) (ANDE, 2019a). El consumo de electricidad residencial aumentó un 6,1% anual, a una tasa promedio de 351,5 PYG por kWh (6,9 centavos de dólar estadounidense por kWh) (SIEN, 2019). Este aumento en el suministro interno de energía se vio compensado por un crecimiento del 31 % en la energía despachada al sistema nacional. Figura 7. La producción total y el consumo interno de electricidad, 2001-2019 muestra la evolución de la producción total y el consumo interno de electricidad.

Figura 7. Producción total y consumo interno de electricidad, 2001-2019



Fuente: SIEN, 2019

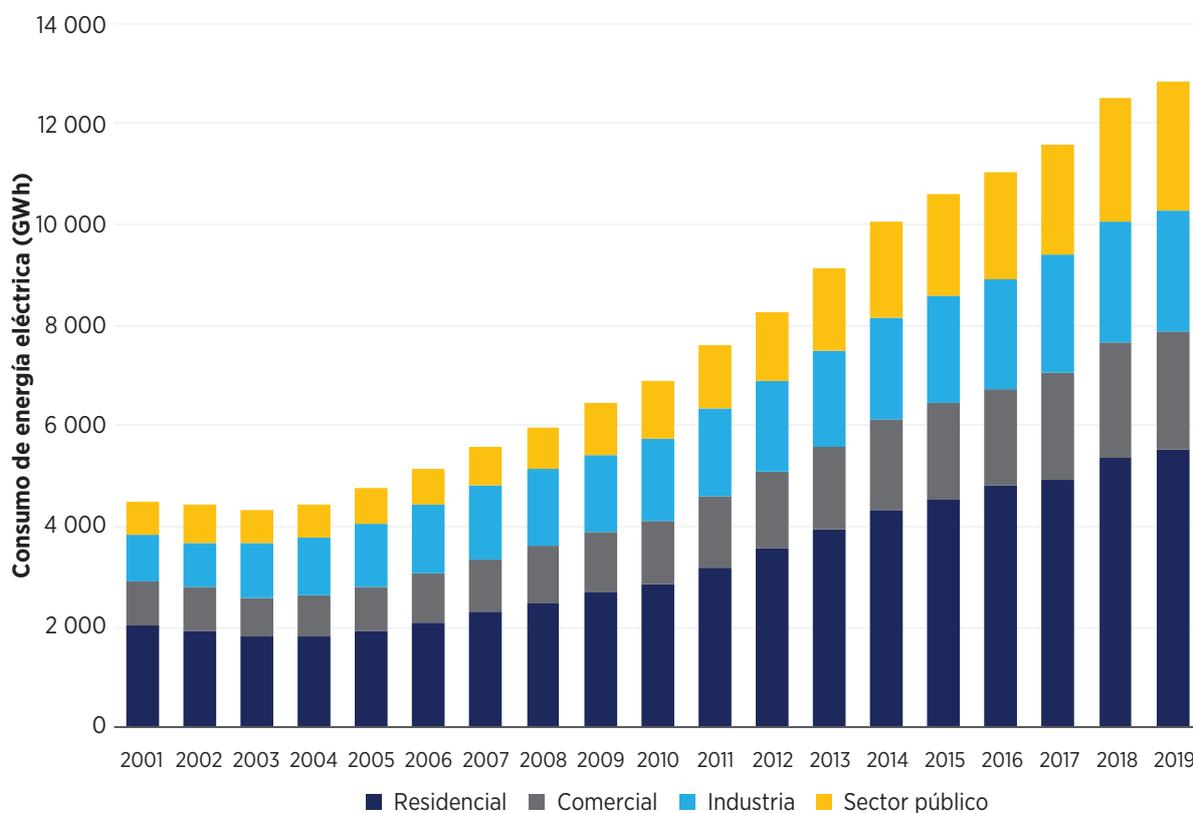


Consumo de electricidad

Durante el periodo 2001-2019, el consumo final de electricidad aumentó un 15,8 % anual en promedio, de 4502 GWh a 12840 GWh. Los sectores residencial y público tuvieron las mayores participaciones, con 43,1 % y 20,2 %, respectivamente. Le siguieron el sector industrial (18,6 %) y el sector comercial (18,1 %) (SIEN, 2019). La Figura 8 muestra la evolución del consumo final de electricidad por sector.

Paraguay tiene uno de los niveles más altos de acceso a la electricidad entre los países de América Latina. En 2019, la tasa de electrificación fue del 99,95 %, equivalente a atender a una población de 7 198 913 y 3 601 personas sin acceso (ANDE, 2019b). Del total de paraguayos sin acceso, el 88 % vive en áreas rurales y el resto en áreas urbanas.

Figura 8. Consumo final de electricidad por sector, 2001-2019



Fuente: SIEN, 2019

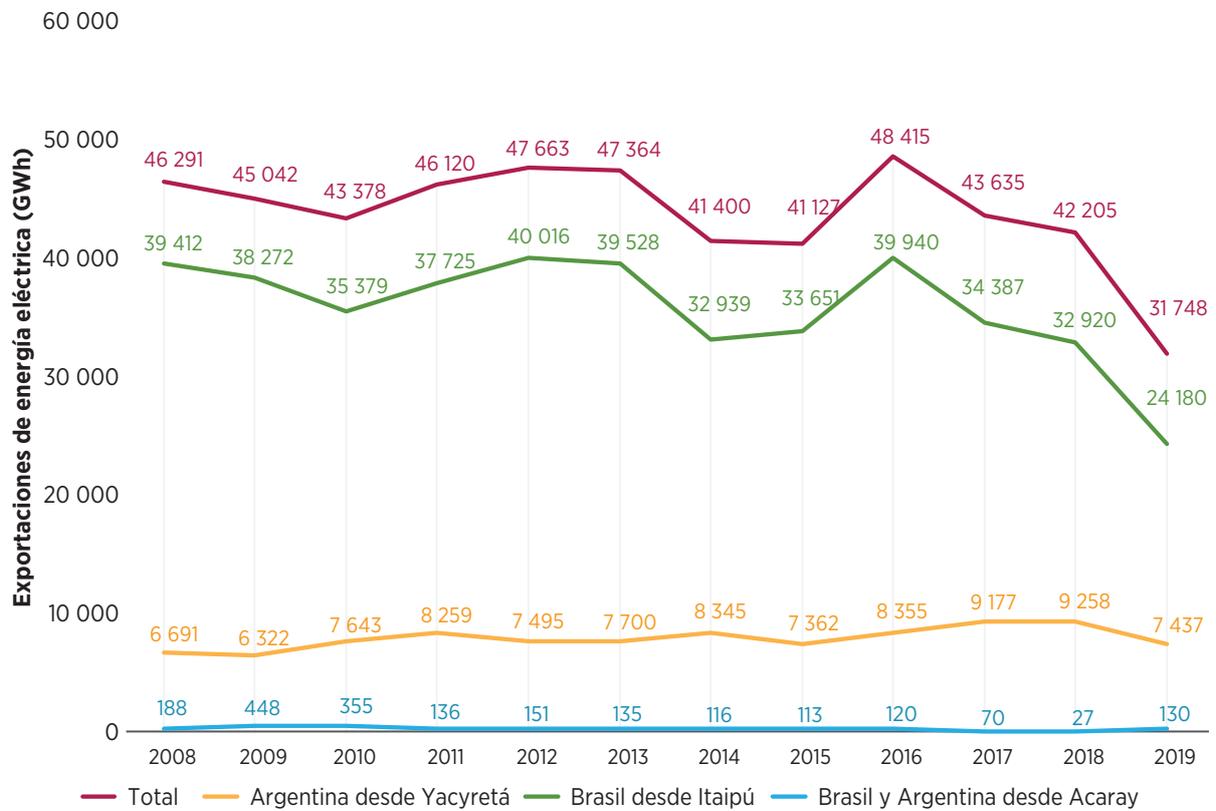


Comercio internacional de energía

Paraguay se considera un exportador neto de energía. En 2019 vendió el 64 % de la energía total producida a Brasil y Argentina, equivalente a 31748 GWh. Las ventas de electricidad a países vecinos representaron el 6,0% del PIB ese año (VMME, 2020b).

Sin embargo, durante la última década, las exportaciones de electricidad de Paraguay han ido disminuyendo. En 2019, las exportaciones de energía cayeron un 25 %, impulsadas principalmente por el aumento del consumo interno y a los periodos de sequía en la cuenca del río Paraná. La Figura 9 muestra la evolución de las exportaciones de las principales centrales hidroeléctricas del país.

Figura 9. Exportaciones de centrales hidroeléctricas, 2008-2019

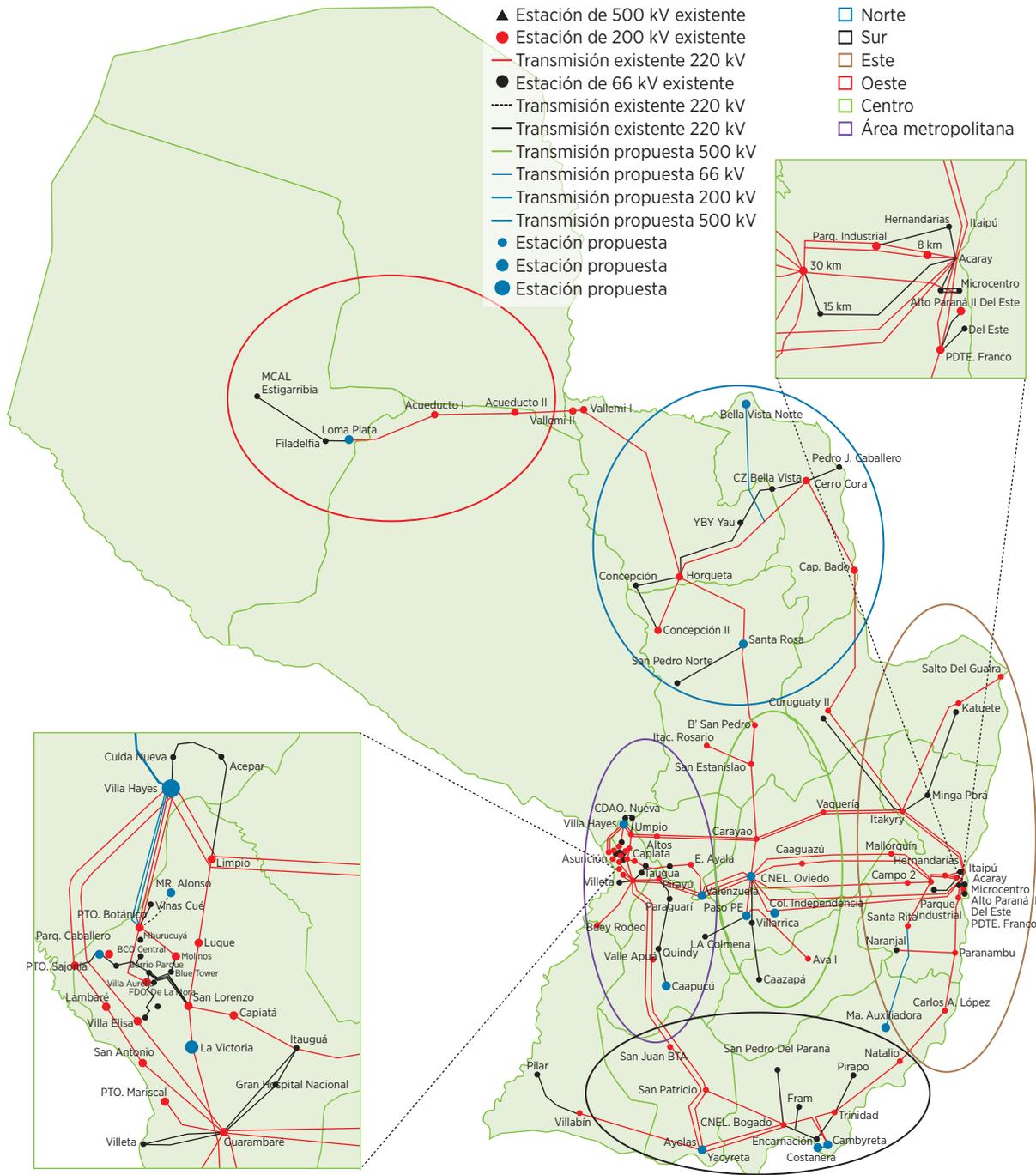


Fuente: SIEN, 2019

Red de transmisión y distribución

En 2019, el Sistema Interconectado Nacional (SIN) comprendía 6 682 kilómetros de redes de transmisión. Del total, el 10,6 % correspondía a líneas de 500 kilovoltios (kV), el 69,1 % a redes de 220 kV y el 20,3 % restante a líneas de 66 kV. La energía instalada en transformadores alcanzó los 15 585 megavatios (MW) distribuidos en 94 subestaciones. Las redes de distribución de energía eléctrica comprendían 68 331 kilómetros de líneas de media tensión y 85 913 transformadores con una energía instalada de 6 561 MW (consulte la Figura 10) (ANDE, 2019a).

Figura 10. Sistema de transmisión en Paraguay



Exención de responsabilidad: este mapa se proporciona únicamente con fines ilustrativos. Los límites y nombres que se muestran en este mapa no implican la expresión de ninguna opinión por parte de IRENA sobre el estado de cualquier región, país, territorio, ciudad o área ni de sus autoridades ni sobre la delimitación de fronteras o límites.

Fuente: MOPC, 2019

Es necesario mejorar la capacidad operativa del sistema de transmisión para garantizar la calidad del suministro eléctrico. En horas de alta demanda del Sistema Metropolitano, las líneas de transmisión de 500 kV y la subestación de transformación de 500 a 220 kV operan a una capacidad cercana a la máxima, lo que genera pérdidas técnicas y riesgos crecientes debido a interrupciones no programadas (BID, 2020b).

Paraguay se encuentra entre los países con mayores pérdidas de electricidad de América Latina. En 2019, las pérdidas de electricidad representaron el 25,8 % del suministro interno de electricidad, equivalente a 4 470 GWh; de esto, 5,2 % fueron pérdidas de transmisión y 20,6 % fueron pérdidas de distribución (ANDE, 2019a).

En el marco de las medidas para mejorar la gestión técnica y comercial, la ANDE está llevando a cabo acciones para reducir las pérdidas. Estos esfuerzos priorizan el fortalecimiento de la infraestructura de la red de alta tensión, la implementación de instrumentos de medición directa, la modernización de medidores, la elaboración de un mapa del alumbrado público instalado y la sensibilización de los clientes, entre otros.

Actualización de la infraestructura de electricidad

Los proyectos en curso más grandes en el sector energético tienen como objetivo modernizar las centrales eléctricas existentes y fortalecer el sistema de transmisión. En noviembre de 2018, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aprobó un préstamo de 125 millones de dólares estadounidenses para el Programa de Rehabilitación y Modernización de la Central Hidroeléctrica Acaray. Los fondos para la actualización del sistema de transmisión provinieron de dos operaciones aprobadas en 2017 y 2019 por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF).

El primero, aprobado en mayo de 2017, es el Programa de Fortalecimiento de Transmisión del SIN y de Distribución Eléctrica Rural, que destinó 170 millones de dólares estadounidenses para brindar mayor confiabilidad y seguridad del suministro eléctrico en los sistemas oriente, norte, sur y centro del país. Dos años después, en 2019, se inició una operación de 250 millones de dólares estadounidenses para ejecutar el Programa de Mejoramiento del Sistema de Transmisión y de Distribución de Electricidad y Modernización de la Gestión de la Distribución en Paraguay.

Finalmente, el proyecto del BID Expansión del Sistema de Transmisión en Alta Tensión y Acciones de Eficiencia Energética apoya la mejora de la confiabilidad y eficiencia del sistema de transmisión en alta tensión y mejora la eficiencia de los edificios comerciales y el alumbrado público de la ANDE. El programa se aprobó con cofinanciamiento del BID (70 millones de dólares estadounidenses, aprobado en mayo de 2020) y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA, por sus siglas en inglés) (85 millones de dólares estadounidenses, aprobado en julio de 2021) (BID, 2018, 2020c; CAF, 2013, 2019).

Precios de la electricidad

El Poder Ejecutivo, en coordinación con el Consejo Nacional de Coordinación Económica, fija los precios internos de los combustibles derivados del petróleo y las tarifas eléctricas. En el caso de los hidrocarburos, los precios se determinan a propuesta de PETROPAR y de acuerdo con el Ministerio de Industria y Comercio.

Los esquemas tarifarios de la electricidad se establecen luego de una revisión por parte de la Junta Directiva de la ANDE seguida de la aprobación del poder ejecutivo. Los esquemas tarifarios mantienen tarifas sociales (ampliadas en 2011) que subsidian hasta el 75 % del uso de electricidad de los usuarios que consumen menos de 300 kWh al mes (ANDE, 1964). La estructura tarifaria se basa en los gastos operativos y la garantía de obtener una utilidad neta anual de no menos del 8 % y no más del 10 % de las inversiones en un activo fijo (ANDE, 1964). Los gastos operativos abarcan las actividades de suministro de electricidad, desde la producción hasta la venta, incluidos los gastos administrativos, la depreciación de activos físicos y la amortización de activos intangibles.³ La ANDE desagrega los gastos en costos de energía, personal,⁴ viajes, materiales, combustible, servicios contratados y depreciación. Los costos de energía representan alrededor del 50 % de los gastos totales. La inversión en activo fijo corresponde al valor asignado a los activos físicos e intangibles afectados por el servicio, en el estado y condición de uso en que se encuentran, más el capital de trabajo necesario para las operaciones de la ANDE (ANDE, 1964).

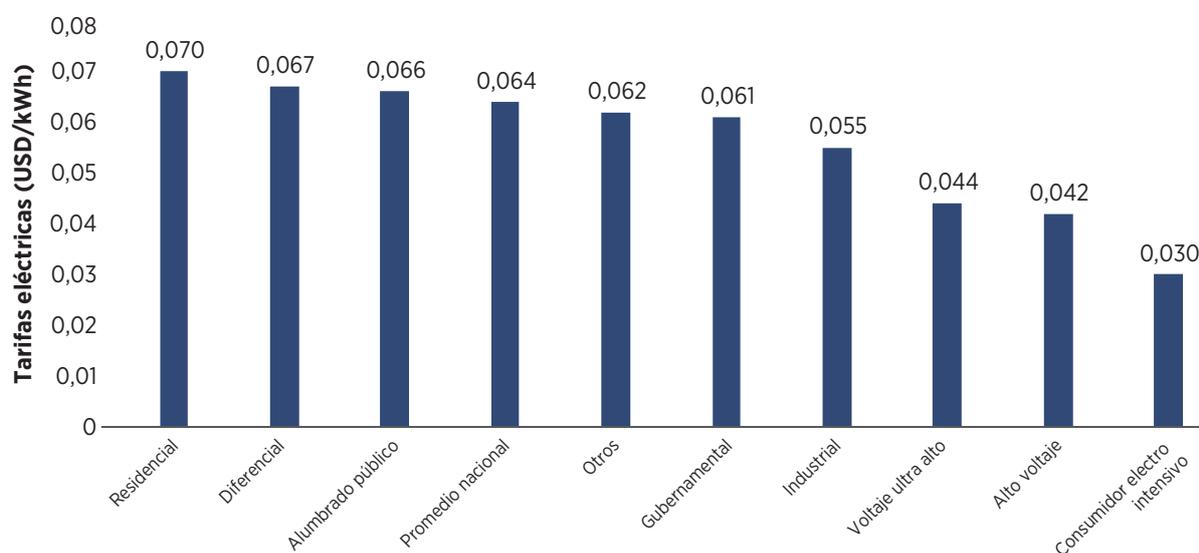
³ No incluye intereses de capital y otros cargos financieros relacionados con los servicios financieros.

⁴ Incluye salarios, leyes sociales, convenios colectivos sobre prestaciones y programas de jubilación.

En 2018, la tarifa eléctrica promedio nacional siguió siendo la más baja de América Latina. La generación de energía hidroeléctrica alcanzó un costo aproximado de 5,7 centavos de dólar estadounidense por kWh y un precio de venta promedio de 6,4 centavos de dólar estadounidense por kWh, lo que representa un superávit del 12 %. Los principales ingresos de la explotación de los recursos hídricos provienen de la venta de electricidad y en menor medida de fuentes de ingresos como las ganancias y compensaciones que reciben las empresas binacionales. Históricamente, el 40 % de la facturación de la ANDE proviene de los sectores residencial y comercial. Alrededor del 87 % de todos los clientes son residenciales, mientras que el 0,12 % son del sector industrial y representan el 7,5 % de la facturación de la empresa (ANDE, 2018b, 2019a). La Figura 11 muestra las tarifas por grupo de consumo.

Paraguay aplica un subsidio a las tarifas eléctricas que favorece a los usuarios cuyo consumo es de 0 a 300 kWh por mes. En la última década, este subsidio representó entre 0,020 % y el 0,029 % del PIB. El presupuesto para el subsidio disminuyó 0,6 % entre 2010 y 2019 (Tabla 6).

Figura 11. Tarifas eléctricas, 2019



Nota: El tipo de cambio utilizado es 1 USD = 6 138 PYG

Fuente: ANDE, 2019a

Tabla 6. Subvenciones aplicadas a las tarifas eléctricas, 2010-2019

	2010	2016	2017	2018	2019
Millones de USD	9,88	10,17	10,31	10,48	9,37
% del PIB	0,029 %	0,024 %	0,023 %	0,023 %	0,020 %

Fuente: República del Paraguay, 2021; ANDE, 2010, 2016b, 2018a, 2018b, 2019a

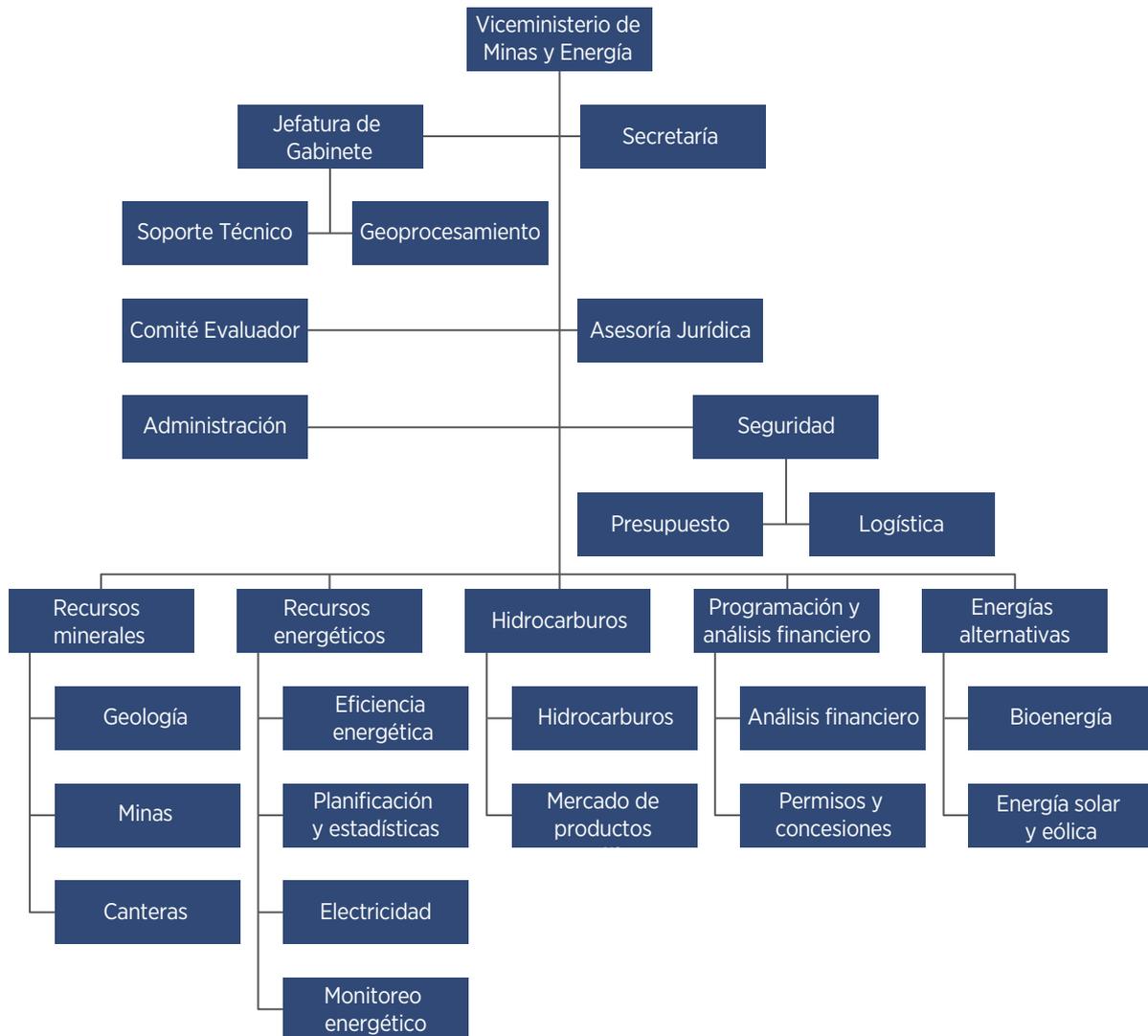


Instituciones del sector energético

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) administra el sector energético en Paraguay a través del Viceministerio de Minas y Energía (VMME). En 1993, el VMME se creó para ser responsable de establecer y orientar la política sobre el uso y manejo de los recursos minerales y energéticos naturales del país. El MOPC ejerce su mandato en coordinación con tres entidades: el Ministerio de Industria y Comercio (MIC), que tiene autoridad sobre las actividades posteriores en los subsectores de electricidad e hidrocarburos, la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), que supervisa el sector de servicios eléctricos, y el Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), que gestiona y supervisa los acuerdos internacionales en el sector.

El VMME (Figura 12) distribuye sus funciones en cinco direcciones: 1) Recursos minerales, 2) Recursos energéticos, 3) Hidrocarburos, 4) Análisis y programas financieros y 5) Energías alternativas. Este último desarrolla las estrategias para la promoción de proyectos de inversión en energías renovables; al hacerlo, promueve la investigación y el desarrollo, aumenta la supervisión y controla los procesos de producción de biocombustibles, energía eólica y solar. En el área de hidrocarburos, la empresa PETROPAR controla la única refinería del país que actualmente se dedica principalmente a la importación de derivados del petróleo así como a su almacenamiento y distribución en el mercado nacional.

Figura 12. Estructura institucional del VMME



Fuente: VMME, 2019b



La Dirección de Recursos Energéticos (DRE) del VMME supervisa el sector eléctrico en estrecha coordinación con la ANDE y el Consejo Nacional de Producción y Transporte Independiente de Energía (CONAPTIE). La ANDE, creada originalmente en 1964, es responsable de informar al MOPC sobre las actividades del sector eléctrico. Sus capacidades actuales incluyen proponer tarifas de electricidad y aprobar contratos de compra, venta e intercambio de energía dentro y fuera del país. La ANDE también supervisa el funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y garantiza su seguridad y calidad de servicio.

El CONAPTIE apoya a ANDE con el análisis y la elaboración de esquemas tarifarios y a evaluar los impactos de las políticas energéticas con el MOPC. El CONAPTIE se creó en 2006 e incluye a los ministros de Obras Públicas y Comunicaciones, Industria y Comercio y Relaciones Exteriores, junto con representantes de la Secretaría Técnica de Planificación (STP) del Desarrollo Económico y la Secretaría de Ambiente. El CONAPTIE revisa y aprueba licencias para generación o transporte independiente de energía en Paraguay.

Marco institucional para el sector eléctrico

El sector eléctrico está integrado verticalmente y tiene el monopolio de las ventas de energía. La ANDE controla las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad y alumbrado público en todo el país. El sector carece de un regulador independiente y la ANDE ejerce ciertas funciones reguladoras. Además, es el único organismo estatal con autoridad para delegar sus derechos de distribución de energía eléctrica a otras empresas proveedoras de servicios de energía y alumbrado público.

Las principales centrales hidroeléctricas del país, Itaipú y Yacyretá, se gestionan en pie de igualdad con base en tratados binacionales suscritos con Brasil y Argentina, respectivamente. La operación de estas centrales, aplicada por estatutos internacionales y órganos administrativos independientes, está adscrita a nivel nacional a la ANDE mediante la Ley 966 de 1964, que crea a la ANDE como entidad autónoma que representa a Paraguay en los tratados binacionales de energía (República del Paraguay, 1964). En general, el futuro del sector eléctrico del país se definirá a través de la ANDE, la revisión de los tratados y la legislación (como el Anexo C del Tratado de Itaipú) que busca promover la modernización y la competencia en el sector; por lo tanto, sería clave asegurar una relación sostenible entre la generación local y la importación/exportación de electricidad.

Esta ley también regula la producción y el transporte independiente de energía eléctrica, incluida la cogeneración o autogeneración, y define políticas nacionales de integración energética regional, diversificación de la combinación energética para el desarrollo sostenible y adopción de nuevas tecnologías para fortalecer la confiabilidad y seguridad del suministro de energía mientras se minimizan los impactos ambientales. Además, esta ley abre la participación de particulares en la generación o transmisión de energía para autoconsumo o exportación. Las disposiciones de la ley incluyen contratos que podrían incorporarse al SIN de acuerdo con las normas de despacho y operación establecidas por la ANDE.

Marco legal y normativo

Marco de políticas para el sector energético

La Política Energética Nacional 2016-2040 se publicó en octubre de 2016 (Decreto 6092) y siguió un proceso de planificación basado en la gobernanza de la energía, la coordinación institucional fortalecida y el desarrollo de capacidades mientras se consideran la integración productiva, el medio ambiente y la sociedad. Define los objetivos de: 1) garantizar la seguridad energética con responsabilidad social y ambiental mientras se priorizan el autoabastecimiento a bajo costo y alta eficiencia; 2) garantizar el acceso a servicios energéticos de buena calidad mientras se protegen los derechos de los consumidores; 3) utilizar los recursos energéticos nacionales y promover la producción de productos derivados del petróleo como recursos estratégicos para reducir la dependencia energética y aumentar el valor agregado en el país; 4) consolidar el papel de Paraguay en la integración energética regional aprovechando su ubicación geográfica y recursos naturales; y 5) crear conciencia pública sobre la importancia de la energía y su uso sostenible.

El proceso de implementación de esta política considera objetivos específicos y planes de acción en cuatro áreas estratégicas: 1) electricidad, 2) entidades binacionales e integración energética, 3) bioenergía e 4) hidrocarburos. En particular, la política define Planes de Acción que establecen objetivos específicos, líneas estratégicas, herramientas, metas y plazos en 10 ámbitos: 1) institucional, 2) matriz energética, 3) infraestructura para el suministro de energía, 4) integración energética, 5) sociedad y medio ambiente, 6) financiamiento, 7) eficiencia energética, 8) cooperación internacional, 9) información y planificación, y 10) investigación, desarrollo y educación (VMME, 2016).

Al mismo tiempo, la Agenda de Energía Sostenible 2019-2023 establece el objetivo de promover la transición a la movilidad sostenible, que conducirá a la sustitución del combustible importado por la energía producida en el país. Por tanto, la implementación de un programa de movilidad eléctrica se incluye en el Plan de Acción de la Matriz Energética como una herramienta para ampliar la participación de la electricidad en los sectores consumidores con criterios de eficiencia técnica y económica. En 2020, Paraguay creó la Junta de Movilidad (Resolución N.º 44.334 de 22 de octubre de 2020) para evaluar y definir las tarifas eléctricas para la carga de vehículos.

La Secretaría Técnica de Planificación (STP) del Desarrollo Económico es responsable de la planificación a largo plazo de los sectores estratégicos del país, incluido el sector eléctrico (Ley N.º 312 de 1962). En este sector, la STP comparte parcialmente sus responsabilidades con el VMME luego de que la Ley N.º 167 de 1993 asignó a esta institución la responsabilidad de preparar proyecciones energéticas y proponer políticas energéticas. Actualmente, el proceso de planificación energética a largo plazo está parcialmente documentado; podría haber una oportunidad para establecer un esquema de planificación más centralizado y eficiente, y que sea aceptado entre las instituciones clave del sector energético. Este esquema debe considerar una secuencia de actividades y su independencia para alcanzar objetivos claros y estimar presupuestos en los plazos proyectados. Además, este esquema de planificación puede incluir indicadores para anticipar riesgos de implementar presupuestos y medidas de mitigación.

Un aspecto significativo de la evolución del marco legal y normativo en las últimas tres décadas fue la creación de la empresa estatal PETROPAR, así como la legislación de la industria en materia de gas natural, promoción de biocombustibles y apertura del país a la producción independiente de energía y transporte. El sector energético de Paraguay se basa principalmente en cinco leyes que regulan el uso y/o explotación de los recursos:

1. La ley de hidrocarburos (Ley N.º 779 de 1995), que establece el régimen legal para la prospección, exploración y explotación de petróleo y otros hidrocarburos. En virtud de la ley, el Estado puede otorgar permisos o concesiones a las entidades de hidrocarburos por un periodo limitado. La solicitud de permiso de prospección y concesión de exploración y posterior explotación debe presentarse al MOPC, con una superficie máxima de prospección de 2 400 000 hectáreas. La concesión para exploración ofrece el derecho exclusivo de explorar la superficie otorgada por un término de cuatro años, durante el cual el concesionario deberá cumplir con el plan de trabajo e inversión mínimos. Los lotes de explotación deben tener entre 20 y 5 000 hectáreas, con concesiones otorgadas hasta por 20 años (República del Paraguay, 1995).
2. La ley del gas natural (Ley N.º 3254 de 2007), que establece el marco normativo para las actividades en la cadena de valor del gas natural. Establece el marco legal para la industria del gas natural y se aplica a las actividades relacionadas con el transporte, distribución de gas natural u otras redes de gas combustible, importación, tránsito y exportación, almacenamiento, comercialización y consumo (República del Paraguay, 2007a).

3. La ley de recursos hídricos (Ley N.º 3239 de 2007), que establece las condiciones para aprobar concesiones para el uso del agua y establece que el acceso a una cantidad mínima de agua potable, suficiente para satisfacer las necesidades básicas, es un derecho humano (República del Paraguay, 2007b).
4. Ley N.º 3009 de 2006, que define las condiciones para la producción y el transporte independiente de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía convencionales y no convencionales (República del Paraguay, 2006).
5. Ley N.º 5169 de 2014, que crea la Autoridad Reguladora Radiológica y Nuclear y establece su ámbito de aplicación en el área de energía nuclear (República del Paraguay, 2014).

Además, la ley que aprueba el estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés Ley N.º 5984 de 2017) establece en sus objetivos la implementación y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable en base a las prioridades del país y los beneficios derivados de su uso (República del Paraguay, 2017a).

Finalmente, la ley forestal (Ley N.º 422 de 1973), si bien no se refiere explícitamente a la explotación de los bosques con fines energéticos, sí establece las condiciones para el uso de los bosques para producir combustibles a partir de materias primas de origen vegetal (República del Paraguay, 1973), que se mencionan en las leyes que promueven los biocombustibles (Ley N.º 2748 de 2005, Ley N.º 5444 de 2015 y Ley N.º 6389 de 2019).

Además, el país actualmente analiza legislación para la regulación y el uso de recursos energéticos renovables distintos a la energía hidroeléctrica, lo que abre la oportunidad para que los desarrolladores privados implementen proyectos de energía renovable (SIL, 2021). En línea con esto, en julio de 2021 se aprobaron las dos primeras licencias de generación de electricidad privada en el país, una de ellas de cogeneración con recursos de biomasa y la otra de autogeneración con energía solar fotovoltaica (MOPC, 2021a, 2021b).

Marco normativo para el sector eléctrico

Paraguay carece de un marco normativo sistémico para el sector eléctrico. La Ley N.º 966 de 1964 creó la ANDE y le otorga el derecho exclusivo de operar los sistemas de suministro eléctrico y comercializar la electricidad dentro y fuera del territorio nacional. Otras leyes regulan el alcance de participación de los agentes públicos en la cadena de valor del sector: por ejemplo, las centrales hidroeléctricas de Itaipú y Yacyretá.

La comercialización de la electricidad se realiza mediante contratos bilaterales y no está abierta al libre comercio. Sin embargo, la Ley 3009 crea un marco legal para productores independientes de energía eléctrica para el autoconsumo o la exportación, otorgando licencias a generadoras de electricidad independientes (privadas o públicas) con capacidad menor a 2 MW, concesionarias para proyectos de cogeneración y autogeneración, y contratos de riesgo compartido para la generación de electricidad a partir de recursos hidráulicos en plantas superiores a 2 MW. Esta ley también establece condiciones y tarifas de venta. Por ejemplo, para las empresas de transporte, la ANDE propone los peajes y tarifas de conexión al Poder Ejecutivo, con posibilidad de ajuste luego de evaluar el uso y tiempo en que se transportará la energía.

En 2019, en colaboración con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el BID, Paraguay inició la implementación del Sistema de Información Energética (sieParaguay). El Sistema de Información Energética consta de hardware y software en línea que sirve como plataforma coordinada para los diversos actores que proporcionan información energética basada en metodologías, unidades y definiciones comunes. Este nuevo sistema de información fortalecerá la capacidad del país para administrar, almacenar y procesar información estadística en relación con los diversos temas que se requieren para analizar, vigilar y comprender la evolución del sector energético. Esto permitirá automatizar el acceso a este tipo de información con modernas herramientas tecnológicas y promoverá modelos de gestión del conocimiento y la planificación energética en el país.

En referencia al modelado del sector eléctrico, el Plan Maestro de la Información y Comunicación 2018-2024, publicado por la ANDE, destaca las acciones y adquisiciones que se deben realizar para mejorar los sistemas de tecnologías de la información y comunicaciones que soportan los servicios y sistemas para la gestión empresarial y operativa de la ANDE.

En particular, la ANDE está trabajando en la implementación de un sistema de distribución SCADA/DMS/OMS que permite la creación de un modelo propio de gestión de la distribución de energía eléctrica, adaptado a la realidad de la empresa y el país. Para modelar la red de distribución eléctrica, la empresa modernizó la operación del sistema de transmisión, con un sistema SCADA que incluye aplicaciones para la administración segura y eficiente de la red nacional. Esta iniciativa incluye un sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) que utiliza cartografía digital tanto urbana como rural, en la que se representan y modelan todos los componentes del sistema de distribución eléctrica.

La ley de cambio climático de Paraguay identifica el desarrollo potencial de un mercado nacional de carbono, como una estrategia clave para impulsar la mitigación de emisiones en Paraguay y al mismo tiempo facilitar el cumplimiento de los compromisos climáticos del país, como los que se presentan en las NDC. Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2030, a través de la estrategia Sostenibilidad del Hábitat Global, identifica un mercado de carbono como una acción relevante para incrementar el ingreso nacional por la venta de servicios ambientales.

La promoción de las energías renovables integra las líneas de actuación del marco estratégico. Ha habido avances importantes en la redacción de leyes, como la Ley de Producción y Transporte Independiente de Electricidad y la presentación de un nuevo proyecto de ley en agosto de 2018 “Que fomenta la utilización de recursos renovables con fines energéticos” que establece condiciones para optimizar el acceso a suministro de electricidad, para contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y proporcionar incentivos para la investigación y el desarrollo. Otra iniciativa reciente, registrada en marzo de 2020, es el Proyecto de Ley “Que regula la producción, el fomento, comercialización y utilización de recursos renovables no hidráulica con fines energéticos” y establece las condiciones para la compra, venta e incentivos fiscales en el sistema energético nacional para fuentes de energía renovables no hidráulicas.

Recuadro 2. Promoción de la eficiencia energética en Paraguay

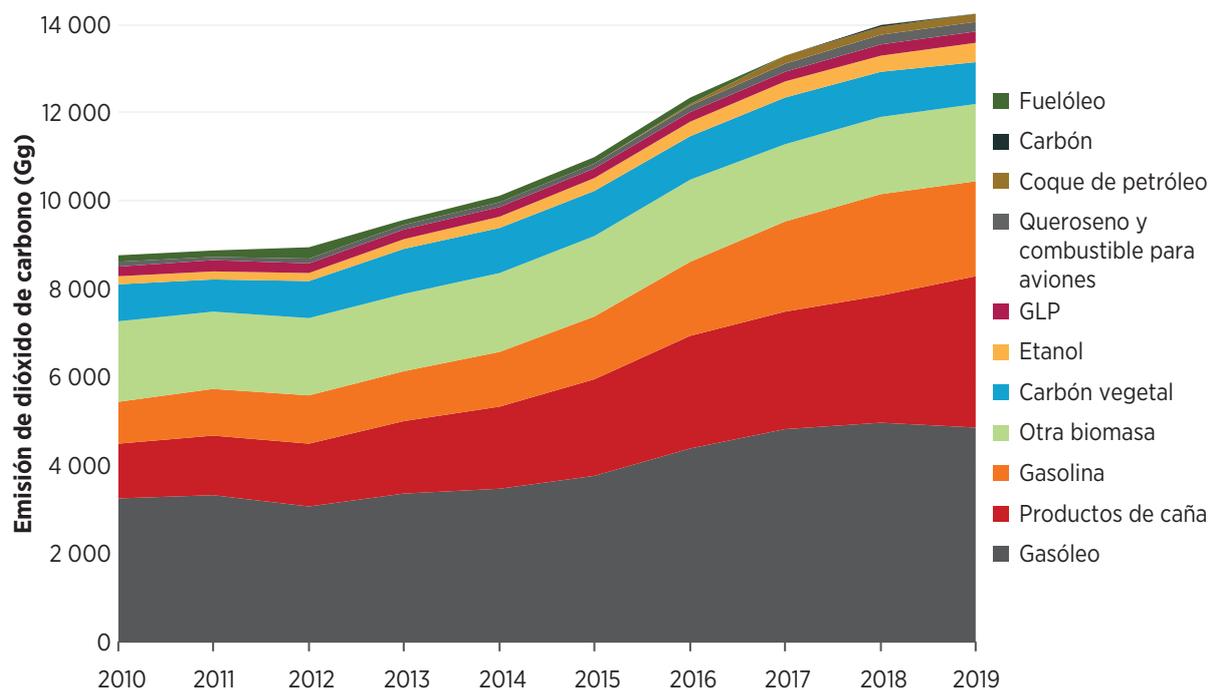
Paraguay creó el Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE) en 2011. El CNEE tiene como objetivo desarrollar y ejecutar el Plan Nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía de la República del Paraguay (Plan de Eficiencia Energética). El Comité incluye representantes del MOPC, el Ministerio de Educación y Cultura, ANDE, MADES, PETROPAR, el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, las centrales hidroeléctricas binacionales de Itaipú y Yacretá, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Universidad Nacional de Asunción y el Instituto Forestal Nacional.

En 2014 se elaboró el primer Plan Nacional de Eficiencia Energética con el objetivo de brindar lineamientos para la implementación de medidas y estrategias en el uso eficiente de los recursos energéticos en diferentes sectores y apoyar el desarrollo sostenible nacional. Los ejes estratégicos del plan son: 1) políticas (decretos, leyes, normas y otros instrumentos legales); 2) educación, concientización y capacitación, 3) programas de implementación de eficiencia energética, 4) diagnósticos y auditorías energéticas y 5) acciones de sustentabilidad durante el proceso. Sin embargo, el Plan no especificó objetivos cuantitativos debido a la falta de datos.

En 2015, Paraguay publicó su Política Energética Nacional 2016-2040, que incluye entre sus componentes la mejora de los niveles de eficiencia energética en la oferta y demanda de energía. La política energética también establece un Plan de Acción para la Eficiencia Energética, que incluye instrumentos de política que se implementarán en forma de planes y programas con plazos específicos. Estos aspectos se tratan en la sección 2,4 (VMME, 2016).

Otros proyectos, estudios y programas relacionados con la eficiencia energética incluyen pero no se limitan a los Indicadores de Eficiencia Energética para el Sector Industrial de la República del Paraguay (BIEE), la cooperación triangular “energía asequible y sustentable para Paraguay, implementando la Política Energética Nacional 2040”, los lineamientos para la implementación del etiquetado de eficiencia energética, y los programas de educación y concientización como manuales de eficiencia energética y programas de capacitación, entre otros.

Actualmente, un proyecto legislativo sobre eficiencia energética se encuentra en revisión por diferentes instituciones del sector energético del país. El documento lo desarrolló el VMME (Dirección de Energías Alternativas) con el apoyo del BID.

Figura 13. Emisiones de dióxido de carbono por fuente, 2010-2019

Fuente: SIEN, 2019

Energía y acción climática

En 2015, las emisiones de dióxido de carbono de Paraguay sumaron 45 841 gigagramos (Gg), alrededor del 1 % de las emisiones globales. Esto fue superior a los 40 023 Gg en 2000, lo que representa un aumento anual promedio de 0,97 % durante el periodo. En promedio, el sector energético representó el 10,3 % de las emisiones nacionales de CO₂ en el periodo 2000-2015 (CMNUCC, 2018).

Entre 2010 y 2018, las emisiones de CO₂ del sector energético (combustibles fósiles) y biocombustibles aumentaron de 8 753 Gg a 13 996 Gg, un aumento del 59,9 %. El consumo de combustibles fósiles promedió el 52 % del total, y la biomasa⁵ promedió el 41 % (como resultado de la degradación de los bosques nativos). La Figura 13 agrupa las emisiones del sector energético y biocombustibles.

Las políticas de energía y cambio climático se presentan juntas en las estrategias nacionales y se implementan a través de comités y grupos de trabajo nacionales. Los encargados de tomar decisiones enfrentan el desafío de diseñar políticas personalizadas que permitan a Paraguay satisfacer sus necesidades de energía mientras actúan de manera responsable para implementar iniciativas efectivas de mitigación y adaptación. En las NDC del país, el uso de energía y el cambio climático están indisolublemente vinculados a través de objetivos en el sector energético y escenarios energéticos estratégicos a largo plazo integrados con otras políticas gubernamentales.

En julio de 2021, Paraguay presentó su NDC actualizada que incluye acciones de adaptación y mitigación hacia 2030. Las NDC están alineadas con la Política Energética 2016-2040 y contemplan 7 sectores de prioridad y un total de 25 objetivos para el 2030, que incluyen líneas de acción, carencias y necesidades relevantes. Las líneas de acción son: 1) comunidades y ciudades resilientes; 2) salud y epidemiología; 3) ecosistemas y biodiversidad; 4) energía; 5) agricultura, ganadería, silvicultura y seguridad alimentaria; 6) recursos hídricos y 7) transporte. Los compromisos climáticos nacionales también están alineados con el Plan Nacional de Desarrollo 2030, que incluye el proceso de planificación del cambio climático como una estrategia a nivel sectorial y local para reducir los riesgos en el proceso de desarrollo nacional.

⁵ Productos de caña, leña y carbón vegetal

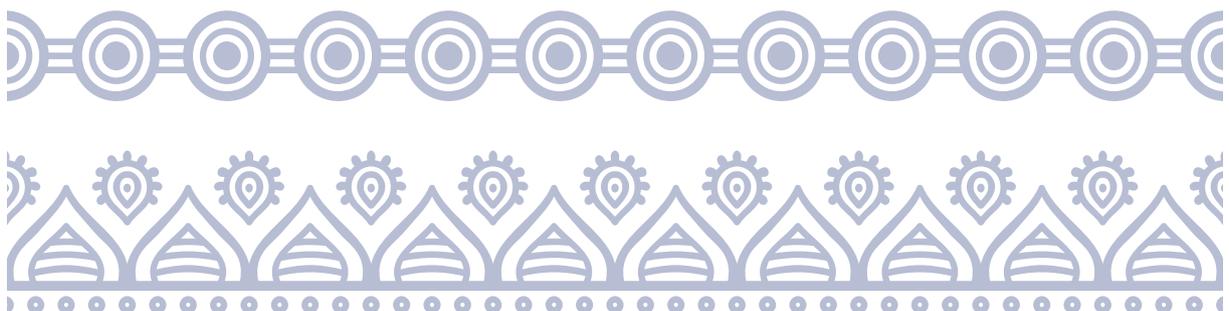
La NDC del país incluye tres objetivos para el sector energético orientados a 1) mejorar la capacidad de distribución de servicios eléctricos en comunidades vulnerables, a través de las siguientes líneas de acción: incrementar la capacidad, calidad y confiabilidad de los sistemas de transmisión y distribución eléctrica, fortalecer la planificación del mantenimiento, y fomentar la educación y capacitación de técnicos locales; 2) conservar o restaurar las cuencas hidrográficas para la generación de energía hidroeléctrica; y 3) promover el uso de fuentes de energía alternativas distintas a la hidroeléctrica, que incluye las siguientes líneas de acción: promover el uso de cocinas eficientes para familias que dependen de la biomasa para cocinar, promover iniciativas de generación distribuida mediante sistemas de energía solar y eólica, y utilizar energía solar térmica para calentar agua (DNCC/MADES, 2021).

Además, la NDC revisada presenta el componente de mitigación con base en los Planes de Mitigación del Cambio Climático (PMCC) para 5 sectores: 1) agricultura; 2) uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS); 3) procesos industriales y uso de los productos (IPPU); 4) residuos y desechos; y 5) energía y transporte.

Las medidas de mitigación para el sector energético incorporan el uso de biomasa forestal certificada (contemplada en el Decreto 4056/2015), uso óptimo de la energía mediante medidas de eficiencia energética, mejora de la calidad de los combustibles fósiles utilizados, fomento de la construcción sostenible en las ciudades, proyectos para promover las energías renovables de Itaipú Binacional, promover la cocina limpia a través del programa de cocinas eficientes, y seguir los lineamientos del Plan Nacional de Eficiencia Energética, la Política Energética Nacional y el Plan Nacional de Desarrollo 2030. Para el sector del transporte, las medidas de mitigación incluyeron la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles, la conducción eficiente para el transporte público y de carga, la sustitución de vehículos convencionales por vehículos eléctricos e híbridos y el uso de hidrógeno verde (CMNUCC, 2021).

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (SEAM, 2016) incorpora más medidas de adaptación, tales como: analizar la demanda de energía y proponer mejoras al sistema de transmisión y distribución; la elaboración de evaluaciones económicas y ambientales sobre el despliegue de energías limpias en las industrias; desarrollar estándares de rendimiento energético y de resiliencia, incluidos códigos sobre variaciones climáticas en edificios nuevos y existentes; ampliar el acceso a la energía y desplegar contadores inteligentes; y fortalecer las redes de transmisión y distribución de energía renovable para garantizar un transporte público eficiente.

La Política Energética 2016-2040 también integra medidas para mitigar y adaptarse a los impactos del cambio climático. Esta política prioriza (entre otras) la elaboración de un Plan de Monitoreo y Control de Emisiones de GEI en el Sector Energético; una Política Nacional sobre Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés), Estrategia para Acelerar el Desarrollo de Proyectos de Energía que Mitigan el Cambio Climático; un Plan de Adaptación a Nuevos Regímenes Meteorológicos; y el Diseño e Implementación de Programas Nacionales de Acción para la Adaptación (NAPA, por sus siglas en inglés).



Recuadro 3. La acción climática de IRENA con energías renovables: Aumento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)

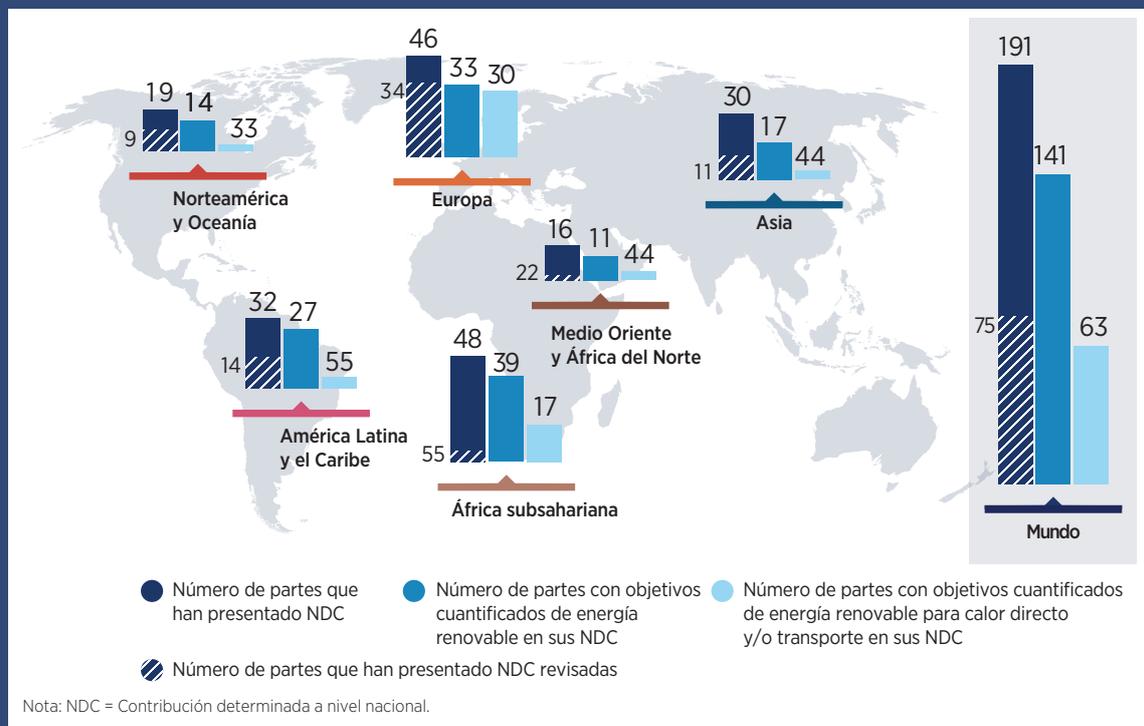
Según el Acuerdo de París, las Partes tienen el mandato de presentar contribuciones determinadas a nivel nacional cada cinco años que expliquen sus objetivos climáticos y su contribución al logro del Acuerdo. La World Energy Transitions Outlook (Perspectiva mundial de las transiciones energéticas) de IRENA analiza las NDC comunicadas por los países durante el primer trimestre de 2021. Del total de 191 Partes, IRENA encontró que 141 Partes (74 %) incluían metas cuantificadas de energía renovable para el sector eléctrico, mientras que solo 63 Partes (33 %) incluían metas para calor directo y transporte (Figura 14).

IRENA, en su papel de promover las energías renovables como una solución climática clave, se ha propuesto apoyar a sus Países Miembros en todo el mundo en la comunicación de su acción climática. El compromiso actual de la Agencia con las NDC incluye 70 países con una población combinada de más de 1 500 millones y equivalente a 3 200 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero por año relacionadas con la energía. IRENA ha establecido un sistema de mecanismos integrales y sólidos para ayudar al proceso de revisión de las NDC y los planes de implementación, así como los marcos de inversión, para cerrar brechas y acelerar la transición energética.

Actualmente, la Agencia apoya a 20 países de América Latina y el Caribe, incluido Paraguay, en su proceso de mejora e implementación de NDC a través de diversas ofertas, incluida la Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA, por sus siglas en inglés), hojas de ruta de energía renovable, datos y estadísticas, incluida la revisión, monitoreo y verificación (MRV, por sus siglas en inglés), hojas de ruta de descarbonización, facilitación de proyectos, evaluaciones de recursos y tecnología; y actividades de desarrollo de capacidades en áreas tales como políticas y finanzas, tecnologías bajas en carbono y modelado de escenarios energéticos, entre otros. Estas actividades tienen como objetivo mejorar la capacidad de energía renovable de los países, lo que da como resultado una NDC más sólida que conduzca a una transición energética justa e inclusiva.

Fuente: IRENA, 2021b, 2021c

Figura 14. Componentes de energía renovable de las NDC, en el primer trimestre de 2021



Nota: NDC = Contribución determinada a nivel nacional

Fuente: IRENA, 2021b

Promoción del desarrollo sostenible

Bajo el Plan Nacional de Desarrollo 2030, Paraguay vincula sus ambiciones de desarrollo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU. El país cuenta con políticas y acciones que contribuyen a al menos 13 de los 17 ODS. En materia de pobreza y seguridad alimentaria, los objetivos superiores de las entidades hidroeléctricas binacionales priorizan los programas de inversión pública, el desarrollo productivo y la lucha contra la pobreza con acciones que apuntan a incrementar el acceso a la electricidad en los hogares rurales y maquinaria industrial con el fin de fortalecer las cadenas de valor agrícolas. En cuanto a las acciones para reducir la desnutrición y la malnutrición, el Informe Nacional sobre Desarrollo Humano Paraguay 2019-2020 destaca avances en el aumento del acceso a combustibles eficientes para cocinar.⁶

El uso de madera y carbón, vinculado a las condiciones de pobreza, también tiene un componente de género. La recolección y el uso de estos combustibles para cocinar es exclusiva o predominantemente una tarea doméstica femenina (también realizada por niños). En materia de salud y bienestar, el Plan Nacional de Desarrollo 2030 establece la Estrategia de hábitat adecuado y sostenible, que tiene como objetivo mejorar la eficiencia energética de los hogares, incrementar el acceso al agua potable y electricidad de calidad, y reducir las muertes atribuibles a la contaminación del aire en los hogares.

Para promover la igualdad de oportunidades, la Política Energética 2016-2040 integra una línea de trabajo de desarrollo energético inclusivo con criterios de igualdad de género y diversidad étnica. Considera la implementación de programas para brindar servicios energéticos para la inclusión social simultáneamente con programas que aumentarán el acceso equitativo a la tierra, el agua, la infraestructura y la tecnología agrícola. El Comité Nacional de Eficiencia Energética se creó para desarrollar y vigilar la implementación del Plan Nacional de Eficiencia Energética para promover la producción y el consumo responsable. El Plan prioriza la actualización del marco normativo, la implementación de programas de innovación tecnológica en los principales sectores de la economía, el fomento de una cultura de uso eficiente de la energía y la supervisión y medición del impacto del Plan.

En materia ambiental, Paraguay cuenta con una Ley Nacional de Cambio Climático que reitera el compromiso del país de implementar su NDC con el fin de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 % para el 2030 (República del Paraguay, 2017b). En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo 2030 contempla la implementación de la estrategia de Valoración del capital ambiental para incrementar el uso de energías renovables en un 60 % y reducir el uso de combustibles fósiles en un 20 %. El Plan también define acciones para la creación de alianzas que faciliten el logro de los ODS a través del eje estratégico de Inserción de Paraguay en el Mundo. Este eje define las acciones del país para trabajar con socios estratégicos en la integración energética, la conservación de la biodiversidad y la reducción del cambio climático.

En el sector energético, el marco estratégico sigue los lineamientos de la Política Energética 2016-2040 y el mandato del VMME de garantizar la seguridad energética, asegurar el acceso a energía de alta calidad, utilizar fuentes de energía nacionales y consolidar la integración energética y el uso sostenible de la energía. El VMME prioriza cinco áreas de acción: marco institucional, política energética, gestión institucional, marco legal e integración energética. La Política Energética 2016-2040 destaca acciones que dan respuesta a las necesidades energéticas de la población y sectores productivos, atienden la responsabilidad social y ambiental y la eficiencia energética y constituyen la energía como factor de crecimiento económico. Sus principales componentes proponen la implementación de acciones estructuradas sobre la base del marco institucional, la política energética y la planificación, la gestión institucional y el marco legal. La Tabla 7 muestra parte de las actividades prioritarias del VMME y la Política Energética 2016-2040.

Además, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) desarrolló el estudio Energía y Desarrollo Humano para Paraguay, que destaca diversos vínculos entre el sector energético y el desarrollo sostenible en el país. El informe enfatiza el papel de la transición energética en el logro de una sociedad más igualitaria, al promover más desarrollo humano y menos desigualdad. Además, la transición energética paraguaya tiene el potencial de impulsar el empleo en el país, especialmente a través de la creación de pequeñas y medianas empresas en el sector energético (PNUD, 2020).

⁶ La Política Energética de la República del Paraguay 2016-2040 incluye un programa de instalación de estufas eficientes en tres fases: 15 000 estufas (fase 1), 50 000 estufas (fase 2) y 200 000 estufas (fase 3).

Tabla 7. Actividades prioritarias del marco estratégico energético

Marco institucional
Creación del Sistema Nacional de Energía (SISNAE)
Creación del Consejo Nacional de Política Energética (CONAPE)
Creación de la Dirección de Regulación Energética (DRE)
Política energética y planificación
Definición de la agenda de energía
Plan indicativo de desarrollo de la infraestructura de suministro de biocombustibles
Plan de financiamiento público y privado para proyectos y tecnología de eficiencia energética
Programa de promoción del biogás y usos térmicos de la energía solar
Plan de certificación de biomasa sólida
Plan de monitoreo y control de emisiones de GEI
Programa de promoción de fuentes renovables para la generación de eléctrica
Gestión institucional
Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de la información institucional
Implementación de la Unidad de Orientación al Inversor para el desarrollo de proyectos de energía
Capacitación de profesionales en actividades del subsector de electricidad
Promoción de la investigación para el desarrollo de bioenergía y fuentes alternativas
Marco legal
Proyecto de ley sobre uso de recursos financieros adicionales del sector energético
Promulgación de un nuevo marco legal para el subsector de biomasa sólida
Promulgación de la Ley de generación de energía independiente
Promulgación de la Ley de uso racional y eficiente de la energía
Emisión de Reglamento de movilidad eléctrica y generación distribuida
Integración energética
Estrategia internacional de mercadeo en el sector energético para proyectos nacionales
Creación de un observatorio del mercado eléctrico

Fuente: VMME, 2016

3. Desarrollo de energías renovables

El desarrollo de energías renovables en Paraguay se enfoca en el uso de recursos hidrológicos y biomasa. Otras fuentes de energía renovable no se incluyeron en el balance energético del país a partir de 2019, aunque existen proyectos eólicos y solares a pequeña escala en áreas aisladas. Los cultivos energéticos⁷ como el maíz, la caña de azúcar y la soja han mantenido un crecimiento sostenido impulsado por la demanda de biocombustibles líquidos (bioetanol y biodiésel). El país busca aprovechar el potencial para producir biogás e hidrógeno verde mediante la implementación de las acciones definidas en la Política Energética 2016-2040 y la Agenda de Energía Sostenible 2019-2023.

Factores impulsores de la implementación de energías renovables

La República del Paraguay está comprometida con el desarrollo sostenible de su sector energético y de la sociedad. El país es reconocido mundialmente por su matriz energética limpia, con una alta participación de energía renovable y electricidad generada principalmente por centrales hidroeléctricas.

Paraguay no está dotado de recursos de petróleo y gas, y en los últimos años se ha vuelto cada vez más dependiente de los combustibles fósiles, que se utilizan principalmente en el sector del transporte. Además, el cambio climático ha estado afectando la producción de electricidad a partir de recursos hidrológicos, y los recientes largos periodos secos en las cuencas hidrográficas amenazan la seguridad energética del país. Por lo tanto, Paraguay apunta a diversificar su combinación energética a través de la promoción de otros recursos energéticos renovables y la implementación de tecnologías bajas en carbono como el hidrógeno verde.

Las tecnologías de energía renovable son una opción asequible para la diversificación de la combinación energética paraguaya. La generación de energía a partir de tecnologías renovables como la energía solar fotovoltaica y la energía eólica terrestre ha experimentado una reducción de costos significativa en la última década. El costo nivelado de la electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés) promedio ponderado global para la energía solar fotovoltaica se redujo en un 85 % en el periodo comprendido entre 2010 y 2020, siendo la fuente de energía renovable con mayor reducción de precio. En el mismo periodo, el LCOE de la energía eólica terrestre se redujo en un 56 %. Las reducciones de costos para las energías renovables continuaron a pesar de la pandemia de COVID-19 en 2020, lo que demuestra la resistencia de las tecnologías de energía renovable. El LCOE para la instalación de nueva capacidad en 2020 disminuyó en comparación con 2019, por ejemplo, la energía solar concentrada (CSP, por sus siglas en inglés) se redujo en un 16 %, la energía eólica terrestre en un 16 % y la energía solar fotovoltaica a escala de servicios públicos en un 7 % (IRENA, 2021d). La reducción de costos de las tecnologías de energía renovable variable tiene el potencial de ser competitiva en el contexto paraguayo, donde el costo de generación de electricidad a partir de energía hidroeléctrica es bajo.

La mejora de la seguridad energética mediante la promoción de tecnologías renovables y la electrificación del sector energético se destacan claramente en la Agenda de Energía Sostenible 2019-2023 del país, y va en línea con los objetivos de la Política Energética Nacional 2016-2040 de garantizar la seguridad energética con responsabilidad social y ambiental. La electrificación con energías renovables es un aspecto importante para lograr un futuro energético sostenible. La World Energy Transitions Outlook (Perspectiva mundial de las transiciones energéticas) de IRENA destaca que la tasa de electrificación global deberá alcanzar el 90 % (incluido el hidrógeno verde) para lograr el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados centígrados (°C) (IRENA, 2021b).

⁷ Esto se refiere a cultivos de crecimiento rápido destinados a producir energía o sustancias combustibles.

La política de cambio climático de Paraguay tiene entre sus principales pilares medidas de mitigación de emisiones y adaptación climática de los sistemas del país. Por lo tanto, la reducción del uso de combustibles fósiles es un componente importante de la estrategia de acción climática del país, que se refleja en el proceso de revisión de sus NDC. El sector del transporte es el principal usuario de combustibles fósiles y, en consecuencia, Paraguay está impulsando la transición del sector a través del uso de biocombustibles, la implementación de electromovilidad y el uso de hidrógeno verde para transporte más grande.

El progreso ha incluido la creación de la Junta de Movilidad Eléctrica en 2018. Dirigido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MITIC), la junta reúne a los principales actores para implementar una estrategia de transición energética en el sector del transporte. En 2019, la junta presentó el Proyecto Regional de Movilidad Eléctrica que se presentó al Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés) para solicitar apoyo para identificar y abordar los principales obstáculos, brindar evaluaciones y financiar alternativas para acelerar la adopción de la tecnología de movilidad eléctrica en el país (STP, 2019).

Actualmente, Paraguay copreside, pro tempore, el Comité Directivo del Proyecto de preparación del GCF sobre el avance de un enfoque regional hacia la movilidad eléctrica en América Latina. El país también está elaborando una Hoja de ruta de hidrógeno verde, siguiendo los lineamientos de la Política Energética Nacional y, más específicamente, la agenda de Energía Sostenible 2019-2023. Consta de tres fases: 1) adquisición de conocimiento, 2) ampliación del proyecto para incrementar la capacidad de generación de hidrógeno y 3) consolidación del uso de hidrógeno en Paraguay. Ambas iniciativas se enmarcan en el objetivo de promover la transición energética y tecnológica y aumentar la productividad del país.

La Política Energética Nacional 2016-2040 de Paraguay reconoce la importancia del sector energético para el crecimiento económico al aumentar la productividad del país y promover el desarrollo sostenible. El sector de la energía es un factor clave para el desarrollo humano (PNUD, 2020) y la creación de empleo. Por ejemplo, IRENA estima que la transición energética hacia la vía de 1,5 °C podría generar 43 millones de puestos de trabajo en todo el mundo solo en el sector de las energías renovables para 2050 (IRENA, 2021b). Para América Latina y el Caribe, se espera que las energías renovables por sí solas generen alrededor de 3,3 millones de puestos de trabajo para 2030, lo que representa el 55,5 % del total de puestos de trabajo del sector energético en la región. La bioenergía y la energía solar tendrán el mayor potencial de creación de empleo en América Latina y el Caribe, seguidas de la energía hidroeléctrica y la eólica. Esto tendrá un impacto positivo en el crecimiento económico de la región, lo que resultará en un incremento del PIB del 0,7 % para 2030, en comparación con el escenario habitual (IRENA, 2020). La adopción más amplia de las tecnologías de energía renovable por parte de Paraguay también podría significar un impacto positivo en el desarrollo socioeconómico del país en consonancia con la Política Energética Nacional.

La adopción de tecnologías de energía limpia más allá del sector energético tiene el potencial de abordar muchos aspectos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, como mejorar la calidad del acceso a la energía, mejorar la seguridad alimentaria, incluida una perspectiva de género, y mejorar los servicios de salud, entre otros. Los proyectos de energía limpia pueden tener impactos positivos en las comunidades locales, mejorar la economía local, empoderar a las mujeres líderes en la sociedad y contribuir a la modernización de la industria y la agricultura en el país.

En la Tabla 8 se puede encontrar una descripción general de los impulsores del despliegue de energía renovable en la República del Paraguay, junto con los impactos esperados de la implementación de las líneas de acción.



Tabla 8. Impulsores e impactos esperados de las energías renovables en Paraguay

Impulsor	Impactos esperados de la promoción de energías renovables
Mejorar la seguridad energética	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de la combinación energética a través de fuentes de energía locales • Reducción de la dependencia en (e importación de) combustibles derivados del petróleo • Aumento de las interconexiones de redes de energía • Nuevas oportunidades para exportar energía renovable de fuentes renovables variables, biomasa, geotermia, etc. al mercado eléctrico • Fortalecimiento de la infraestructura para la generación, transporte y almacenamiento de energía • Mayor eficiencia energética • Mayor participación de las energías renovables en el consumo de energía final • Mayor eficiencia del uso de la tierra, lo que ayuda a mitigar las emisiones del cambio de uso de la tierra y la silvicultura • Políticas de mitigación que aumentan la resiliencia de los sistemas energéticos
Lograr un desarrollo sostenible	<ul style="list-style-type: none"> • Universalización del acceso a electricidad confiable y de alta calidad • Crecimiento de la industria como resultado de un mayor suministro de energía • Mayor inversión privada para el desarrollo de infraestructura energética • Mayor comercio de bienes y servicios asociados a las energías renovables • Mayor seguridad alimentaria, con el uso de energías renovables modernas en el sector agroalimentario • Mejora de la salud y los servicios sanitarios mediante fuentes modernas de energía renovable • Servicios energéticos mejorados, que mitiguen la pobreza energética en el país • Logro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
Mitigar el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y contribuir a la acción climática (NDC/ELT) • Mejora de la calidad del aire en áreas urbanas y rurales con el uso de tecnologías limpias • Mitigación de la degradación de los recursos naturales • Cumplimiento de las metas planteadas en los compromisos climáticos

Fuente: VMME, 2016; STP, 2014a; CMNUCC, 2016

Recursos de energía renovable

Paraguay está dotado de una alta capacidad de producción de energía hidroeléctrica. Por lo tanto, es uno de los pocos países del mundo que tiene un sistema eléctrico basado casi exclusivamente en una fuente limpia, la energía hidroeléctrica. Debido a que la capacidad instalada actual satisface la creciente demanda de electricidad, el interés en utilizar otros recursos de energía limpia se ha mantenido bajo. Sin embargo, el país tiene una diversidad de recursos renovables sin explotar que podría mitigar el uso de combustibles fósiles y desempeñar un papel clave en la diversificación de la combinación energética y la mejora de la seguridad energética. El uso de bioenergía, energía solar y energía eólica se ha explorado brevemente en el país, pero otros recursos como la energía geotérmica de baja temperatura aún no se han considerado y podrían contribuir a la descarbonización de los sectores industrial y agrícola.

Energía hidroeléctrica

Paraguay tiene un excelente potencial hidroeléctrico gracias a sus condiciones hidrográficas y cursos de agua que fluyen por las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná. Además de la capacidad instalada actual, el país tiene un potencial hidroeléctrico utilizable estimado de 872,7 MW, que comprende 325,2 MW en las cuencas del este de Paraguay (que desembocan en el Paraná), 378,8 MW de interconexiones⁸ con Itaipú, y 168 MW en el río Paraguay (Itaipú Binacional, 2011a, 2011b).

⁸ Corresponden a transferencias de caudal de las cuencas tributarias al río Paraná.

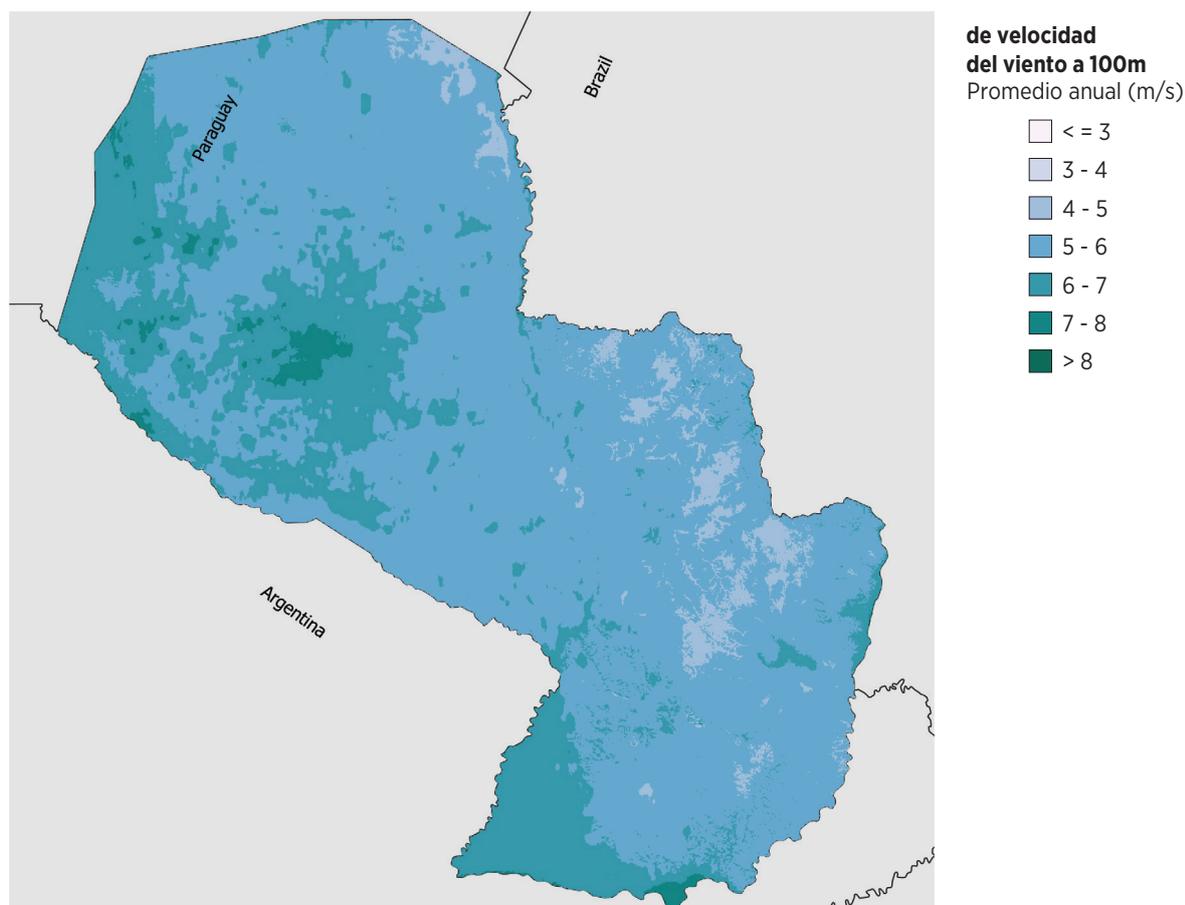
A nivel regional, las cuencas de Ypane y Jejui presentan el mayor potencial de la cuenca del río Paraguay, cada una con más de 61 MW. En la vertiente del río Paraná, las cuencas Monday y Ñacunday alcanzan su máximo potencial, con 39 MW y 61 MW respectivamente. En el resto de las cuencas del país se ha identificado el potencial de desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas. Otros usos energéticos del potencial hidráulico incluyen estaciones de bombeo de agua, molienda de alimentos y minerales, entre otros (Itaipú Binacional, 2011a).

Se han identificado veintidós sitios con condiciones técnicas y económicas favorables. Tres de los sitios pueden aprovechar los caudales para la instalación de dos centrales grandes (> 50 MW) en Monday y Ñacunday y una central mediana (20 MW a 50 MW) en Ñacunday. Además, cinco sitios se encuentran en la cuenca del Ypane y tres en Jejui, donde su explotación podría tener un uso productivo. De las áreas de alto potencial, el 20 % podría tener acceso a las redes de transmisión provenientes de la región centro oriente (cerca de Itaipú), mientras que el 22 % de los sitios en el norte de la región oriental podrían conectarse a las líneas de 220 kV sin incurrir en costos de transporte relevantes.

Energía eólica

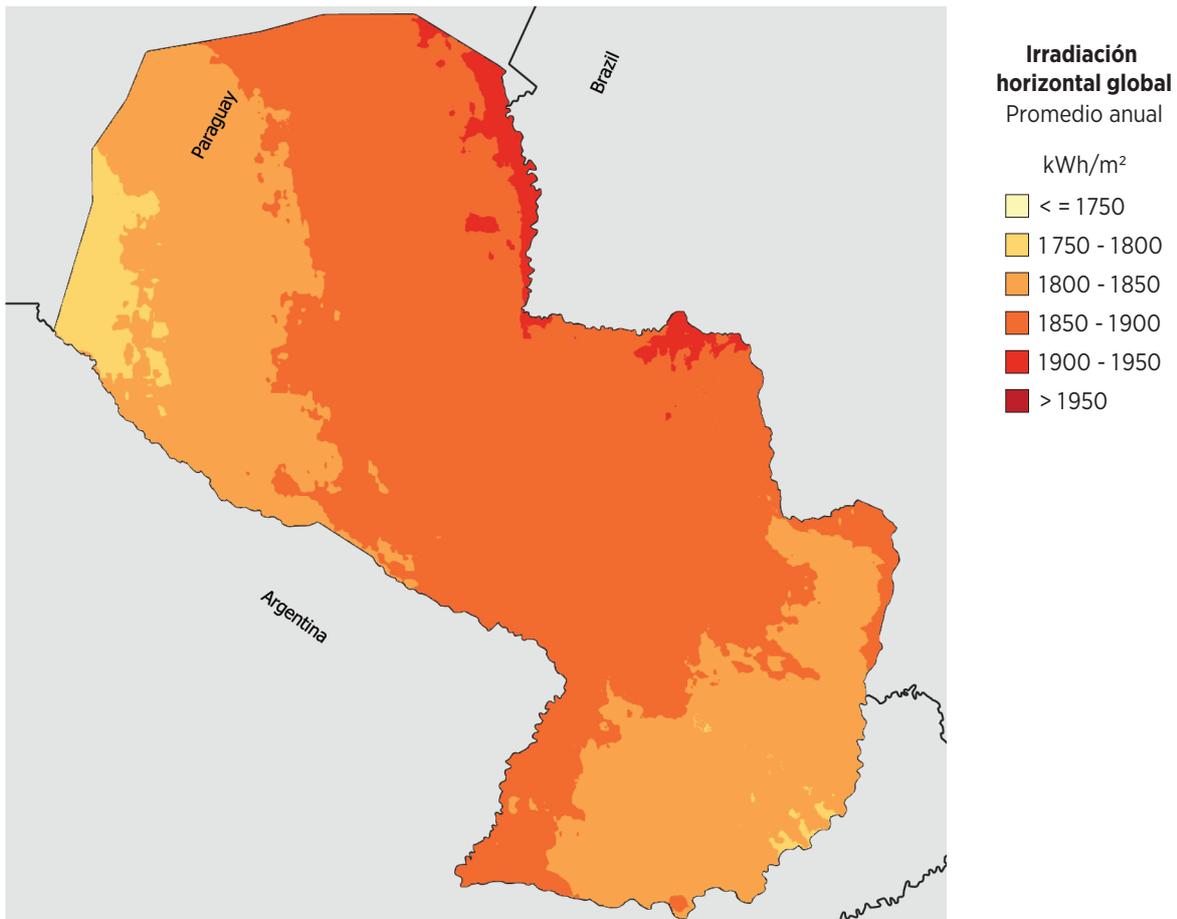
El potencial eólico de Paraguay se clasifica como medio a alto, con algunas de las mejores ubicaciones para la generación de energía eólica ubicadas en Alto Paraguay y Boquerón. En estas áreas, la velocidad del viento alcanza un promedio de 6,5 metros por segundo por año a una altitud de 80 metros, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Evaluación de la zonificación de la velocidad de la energía eólica terrestre



Fuente: IRENA: Global Atlas, datos del mapa: Universidad Técnica de Dinamarca (DTU), 2021, 2021 colaboradores de OpenStreetMap, 2021 Límites administrativos de las Naciones Unidas
Exención de responsabilidad: este mapa se proporciona únicamente con fines ilustrativos. Los límites y nombres que se muestran en este mapa no implican la expresión de ninguna opinión por parte de IRENA sobre el estado de cualquier región, país, territorio, ciudad o área ni de sus autoridades ni sobre la delimitación de fronteras o límites.

Figura 16. Evaluación de la irradiación horizontal de la energía solar fotovoltaica

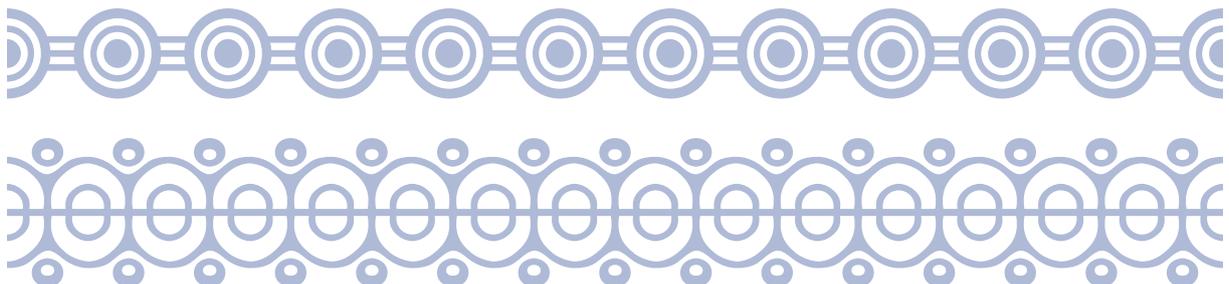


Fuente: IRENA: Global Atlas, datos del mapa: Banco Mundial, ESMAP, 2021, 2021 colaboradores de OpenStreetMap, 2021 Límites administrativos de las Naciones Unidas.

Exención de responsabilidad: este mapa se proporciona únicamente con fines ilustrativos. Los límites y nombres que se muestran en este mapa no implican la expresión de ninguna opinión por parte de IRENA sobre el estado de cualquier región, país, territorio, ciudad o área ni de sus autoridades ni sobre la delimitación de fronteras o límites.

Energía solar

Existe un alto potencial para el uso de energía solar en todo el país. Las áreas con mayor índice de irradiación se encuentran en Alto Paraguay, Boquerón, Concepción, Amambay, San Pedro, Canindeyú y Alto Paraná, con un uso máximo entre 1850 kWh y 2000 kWh por metro cuadrado al año, como se muestra en la Figura 16.



Bioenergía

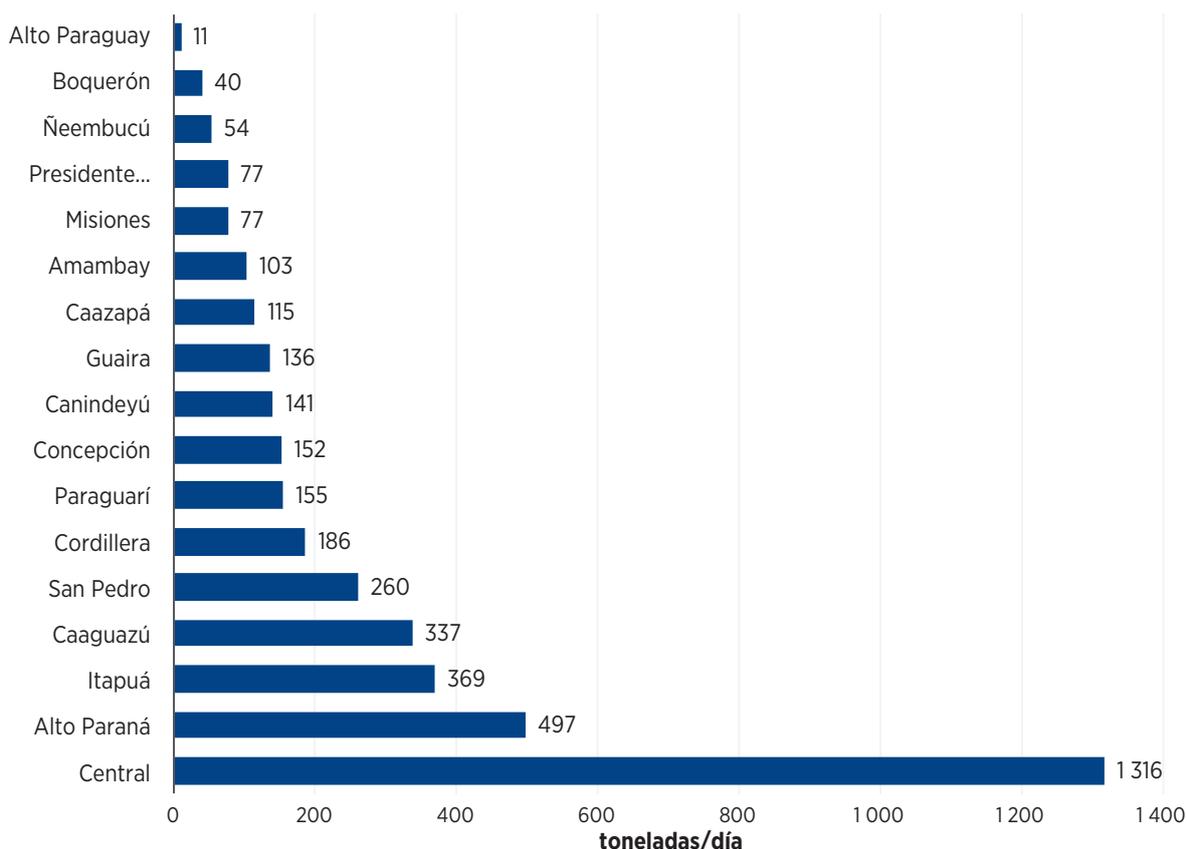
Biomasa forestal

Paraguay tiene el potencial de utilizar biomasa forestal de bosques nativos, con una superficie productiva estimada⁹ de 700 000 hectáreas en la región oriental y 12,2 millones de hectáreas en la región occidental, lo que representa un suministro de 5,3 millones de m³ de biomasa por año.¹⁰ De esta cantidad, al menos 3,5 millones de m³ por año podrían utilizarse con fines energéticos.¹¹ Sin embargo, la sostenibilidad de las zonas boscosas en la región oriental se ha visto afectada por la conversión para el desarrollo agrícola y por la demanda de leña de los sectores residencial e industrial. En los últimos años, estos dos sectores juntos consumieron casi 10 millones de toneladas de madera por año en promedio, cuatro veces el suministro sostenible de biomasa forestal en esta ubicación y dando como resultado una degradación forestal nacional promedio de 7,6 millones de toneladas de biomasa por año (FAO, 2018).

Biogás

Aunque Paraguay tiene experiencia en la explotación del biogás, faltan estudios que cuantifiquen este potencial. Según la información disponible sobre residuos orgánicos, el país tiene potencial para aprovechar el biogás de los rellenos sanitarios en las zonas urbanas. Todos los días, Paraguay genera 4 000 toneladas de residuos orgánicos urbanos con una capacidad de producción de calor de 4,6 millones de kilocalorías por año¹² y 584 GWh por año de energía.¹³ La mayor generación de los residuos (33 %) se concentra en el departamento Central, seguido por Alto Paraná con 12 %. La Figura 17 muestra la generación de residuos orgánicos urbanos por departamento.

Figura 17. Generación de residuos orgánicos urbanos por departamento



Fuente: STP, 2014b

⁹ No incluye áreas silvestres protegidas.

¹⁰ Considerando una productividad promedio de 2,5 m³ por hectárea por año para la región oriental y 1,3 m³ por hectárea por año para la región occidental.

¹¹ Considerando que el 34 % y 86 % de la madera recolectada en las regiones oriental y occidental se destina al uso energético, respectivamente.

¹² Suponiendo que un kilogramo de residuos orgánicos secos tiene un valor calorífico de 3,1548763 x 10³ kilocalorías.

¹³ Suponiendo que una tonelada de residuos es capaz de generar 400 kW por hora.

Bioetanol

El potencial para desarrollar cultivos para la producción de bioetanol depende de la disponibilidad de tierra para la agricultura (FAO, 2018). El territorio paraguayo comprende un 55 % de superficies cultivables (22,3 millones de hectáreas), una cuarta parte de las cuales se utilizan por el sector agrícola. El Plan Nacional de la Caña de Azúcar 2019 destaca el potencial para desarrollar 20 000 hectáreas de nuevos cultivos para el 2023 que se pueden utilizar con fines energéticos.

Biodiésel

En 2019, la producción de grasas en el país alcanzó los 38,3 millones de kilogramos de actividades agrícolas, suficientes para producir alrededor de 22 millones de litros de biodiésel.¹⁴ De esta producción total de grasas, sin embargo, solo se estima que el 50 % se utiliza para la producción de biocombustibles. Según registros del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA), la producción proviene de 47 mataderos con registro sanitario, de los cuales casi las tres cuartas partes (74 %) se agrupan en Central, Itapúa, Paraguari, Concepción y Alto Paraná.

Energía geotérmica

El país ha documentado la “baja” existencia de acuíferos explotables, así como recursos geotérmicos de muy baja entalpía para aplicaciones de uso directo. Los sistemas identificados en la región del Chaco son los acuíferos Yrenda, Patiño, Misiones y Caacupé, los cuales son permeables por su porosidad intergranular (Godoy y Paredes, 1995). Sin embargo, la alta irradiación solar del país combinada con la capacidad de absorción de calor del subsuelo sugiere que existe un potencial geotérmico que podría tener aplicaciones para bombas de calor. El país aún no ha implementado un estudio oficial del potencial geotérmico de los acuíferos y la favorabilidad térmica del subsuelo para usos productivos o energéticos.

Financiamiento de energías renovables

Inversión en energías renovables

Los principales financiadores externos de proyectos de energía renovable y eficiencia energética en Paraguay son el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y el Banco alemán de desarrollo KfW. Durante las décadas de 1960 y 1970, el BID asignó recursos para desarrollar las centrales hidroeléctricas Acaray e Itaipú (BID, 1967, 1974). En el periodo 2019-2021, el banco aprobó lo siguiente: 1) cooperación técnica para apoyar la preparación e implementación de proyectos de energía limpia bajo la Línea de crédito condicional para proyectos de inversión (PR-O004) y el programa de rehabilitación y modernización de la central hidroeléctrica Acaray (PR-L1156), por un monto total de 850 000 de dólares estadounidenses; y 2) un préstamo para la ampliación a un sistema de transmisión de alta tensión y eficiencia energética, con un financiamiento de 70 millones de dólares estadounidenses (complementado con el préstamo aprobado por JICA en julio de 2021 de 85 millones de dólares estadounidenses).

En 2017, la CAF aprobó un préstamo de 170 millones de dólares estadounidenses para el Programa de Fortalecimiento del Sistema de Transmisión del SIN y Distribución Eléctrica Rural. En 2019 aprobó el programa de mejoramiento del sistema de transmisión y distribución de energía eléctrica y modernización de la gestión de la distribución de energía eléctrica en Paraguay (ANDE-6) por 250 millones de dólares estadounidenses. Finalmente, KfW está brindando asistencia técnica a la ANDE, incluyendo el financiamiento del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) del Paquete de Obras de Transmisión Eléctrica en la Región Sureste del Chaco Paraguayo, que implicará una inversión cercana a los 110 millones de dólares estadounidenses.

Las inversiones en infraestructura para producir biocombustibles provienen principalmente del sector privado. Durante la década de 2010 iniciaron operaciones doce empresas productoras de bioetanol y ocho de biodiésel. En 2018, en respuesta a la creciente demanda de bioetanol, se inauguró en Guayaibí la segunda planta de alcohol perteneciente a Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. (INPASA), que movilizó inversiones por 80 millones de dólares estadounidenses.

La ANDE de Paraguay, a través de su Plan Maestro de Generación 2021-2040, ha comprometido un plan de acción con una inversión bruta de 3600 millones de dólares estadounidenses a lo largo de

¹⁴ Considerando un rendimiento medio de producción final del 60 %.

20 años, incluyendo infraestructura y equipamiento. Este plan presenta una síntesis de los estudios de planificación técnica realizados con miras a determinar el conjunto de obras necesarias a realizar en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) para la generación de energía eléctrica, con el fin de desarrollar un suministro estable y brindar un servicio de condiciones técnicamente aceptables según los criterios adoptados y premisas de planificación. Además, en 2018, un acuerdo entre el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y PETROPAR movilizó un plan de inversión de 7,6 millones de dólares estadounidenses para realizar mejoras en la planta de bioetanol Mauricio José Troche propiedad de PETROPAR. En una posición de apoyo, el PNUD supervisa la implementación de la inversión, brinda asesoría técnica y servicios administrativos, y prepara los informes financieros (PNUD, 2018).

El Fondo Verde para el Clima proporciona financiamiento para el proyecto Pobreza, Reforestación, Energía y Cambio Climático (PROEZA), implementado en 2019 con una inversión de 90,3 millones de dólares estadounidenses (STP, 2017). El programa brinda apoyo técnico y financiero para el establecimiento de sistemas agro-forestales, plantaciones y regeneración de bosques naturales. La FAO proporcionará asistencia técnica y jurídica en cuestiones de uso de la tierra, medio ambiente y energía. El VMME está desarrollando un programa para promover la cocción limpia y eficiente en los hogares en virtud del programa PROEZA, que comprende la instalación de 7500 estufas eficientes. Otras iniciativas del GCF incluyen las siguientes:

- 1. FP063 (Proyecto del BID): Promover las inversiones del sector privado en eficiencia energética en el sector industrial y en Paraguay.** El proyecto contempla el financiamiento de proyectos de inversión en eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas industriales por un monto total de 57,05 millones de dólares estadounidenses. El objetivo es promover la eficiencia energética en la economía de Paraguay al proporcionar financiamiento de mediano y largo plazo para proyectos de inversión en eficiencia energética.
- 2. FP121: ONU-REDD+ Pagos basados en resultados en Paraguay para el periodo 2015-2017.** El proyecto incluyó un presupuesto de 588600 dólares estadounidenses. Durante el periodo del proyecto, el país redujo sus emisiones en 23 millones de toneladas de CO₂ equivalentes mediante la reducción de la deforestación, la degradación forestal, la mejora de las reservas forestales y la conservación (REDD+).
- 3. FP128: Fondo Arbaro - Fondo Forestal Sostenible.** El programa otorga 25 millones de dólares estadounidenses a países de América Latina que invierten en proyectos de plantaciones sostenibles en mercados forestales emergentes, al tiempo que brinda beneficios colaterales de adaptación. Este enfoque proporciona a los países de bajos ingresos y las comunidades rurales una forma de aumentar los sumideros de carbono mediante la producción de madera más sostenible y la conservación de los bosques naturales, al tiempo que ayuda a reducir la tala ilegal.

Tabla 9. Proyectos recientes relacionados con la energía financiados en Paraguay

Institución de financiamiento	Año	Proyecto	Monto (USD)	Descripción
BID-JICA	2020-2021	PR-L1173	70 millones del BID; 85 millones de JICA	Ampliación del sistema de transmisión de alta tensión y eficiencia energética
Fondo Arbaro - GCF	2020	FP128	25 millones	Fondo Forestal Sostenible
CAF	2019		250 millones	Programa de mejoramiento del sistema de transmisión y distribución de energía eléctrica y modernización de la gestión de la distribución de energía eléctrica en Paraguay (ANDE-6)
PNUD	2018		7,6 millones	Mejoras a la planta de bioetanol Mauricio José Troche propiedad de PETROPAR
GCF	2018		90,3 millones	Pobreza, Reforestación, Energía y Cambio Climático (PROEZA)
BID-GCF	2018	FP063	57,05 millones	Promover las inversiones del sector privado en eficiencia energética en el sector industrial y en Paraguay
CAF	2017		170 millones	Programa de Fortalecimiento del Sistema de Transmisión del SIN y Distribución Eléctrica Rural
KfW-FONPLATA			105,3 millones	Paquete de Obras de Transmisión Eléctrica en la Región Sureste del Chaco Paraguayo
REDD+GCF	2015-2017	FP121	588 600	REDD+ Pagos basados en resultados en Paraguay

Fuente: BID, 2020b, 2020d; CAF, 2019, 2021; GCF, 2018a, 2018b, 2019, 2020; PNUD, 2018; ANDE, 2021a

Infraestructura planificada sobre energías renovables

A través del Plan Maestro de Generación 2021-2040, la ANDE ha planificado la construcción de 2 nuevas grandes centrales hidroeléctricas y la expansión de Acaray, 19 pequeñas centrales hidroeléctricas, 1 central hidroeléctrica modernizada, una casa de máquinas en una presa, 5 sistemas solares fotovoltaicos, 9 plantas híbridas de energía solar fotovoltaica-diésel y 5 bancos de baterías, con una inversión total de 1878,5 millones de dólares estadounidenses (Tabla 10).

Las empresas privadas también están evaluando la posibilidad de invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica. Esto incluye una inversión de 18 millones de dólares estadounidenses para la instalación de una planta de energía solar de 20 MW (Agencia IP, 2021). Su desarrollo depende de la aprobación de la legislación, que aún estaba en discusión al momento de redactar este informe.

La inversión proyectada más relevante en biocombustibles proviene del proyecto Omega Green. El proyecto implica movilizar alrededor de 800 millones de dólares estadounidenses para instalar una planta con capacidad para producir 3 millones de litros diarios de biodiésel y bioqueroseno. Su construcción comenzará en 2021 (MIC, 2019).

Tabla 10. Capacidad renovable adicional para 2025

	Costo total (Millones de USD)
Solar FV	
5 plantas de energía solar FV (100 000 kW _p)	343,5
9 plantas híbridas de energía solar fotovoltaica-diésel (8 155 kW _p)	27,7
Construcción de 5 bancos de baterías de iones de litio de 100 MW a 400 MWh	429,4
Pequeñas centrales hidroeléctricas	
Jejui 1 (3,3 MW), Jejui 2 (3,2 MW) y Jejui 3 (3,1 MW)	
Tembey 1 (13,1 MW), Tembey 2 (13,3 MW) y Tembey 3 (13,2 MW)	
Capiibary 1 (16,1 MW)	
Pirajui 1 (14,1 MW)	
Ñacunday 1 (12,1 MW), Ñacunday 2 (12,3 MW) y Ñacunday 3 (12,2 MW)	505,0
Carapa 1 (6,2 MW), Carapa 2 (6,1 MW)	
Itambey 1 (8,1 MW)	
Ypané 1 (2,5 MW), Ypané 2 (2,1 MW), Ypané 3 (2,2 MW), Ypané 4 (2,3 MW), Ypané 5 (2,4 MW)	
Grandes centrales hidroeléctricas	
Río Paraguay A (41,0 MW)	144,0
Río Paraguay B (54,7 MW)	108,0
Acaray III (35 MW)	85,5
Acaray (casa de máquinas en presa del río Yguazú) (41,19 MW)	80,5
Modernización de Acaray	154,85
Total	1 878,5

Fuente: ANDE, 2021b



Oportunidades de financiamiento

La Agencia Financiera de Desarrollo (AFD) de Paraguay tiene acceso a recursos concesionales y no reembolsables del GCF para financiar proyectos de energías renovables y eficiencia energética. Estos recursos incluyen 40 millones de dólares estadounidenses en préstamos (20 millones de la AFD y 20 millones del GCF) y 2 millones de dólares estadounidenses en fondos no reembolsables. Los fondos se pueden utilizar para proyectos en pequeñas y medianas empresas que reducen los costos de energía, aumentan la rentabilidad y la competitividad empresarial, minimizan la exposición a la volatilidad de los precios de la energía y aumentan el mercado de bienes y servicios con eficiencia energética y de bajo impacto ambiental (AFD, 2021).

La AFD ofrece préstamos para financiar proyectos de reforestación con fines comerciales. Las empresas del sector forestal pueden solicitar financiamiento a través de una institución financiera intermediaria para invertir en planes forestales para especies nativas o exóticas de rápido crecimiento. Los préstamos podrán financiar hasta el 100 % del valor del proyecto, con plazos máximos de 12 años.

Finalmente, el Programa de Finanzas Sostenibles cofinancia la eficiencia energética. Coordinada por la Oficina de Finanzas Sostenibles, la iniciativa ofrece apoyo técnico y financiero de la Agencia Francesa de Desarrollo (Proparco), KfW y la Corporación Holandesa de Finanzas y Desarrollo (FMO). El programa cuenta con una línea de crédito de 120 millones de dólares estadounidenses con el Banco Sudameris para subvenciones para proyectos de renovación de maquinaria.

Paraguay ha respaldado el desarrollo de su infraestructura a través de la emisión de bonos soberanos, al mismo tiempo que recibe el apoyo de múltiples bancos multilaterales y fondos de desarrollo, como la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el GCF, el BID, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) del Banco Mundial (un proyecto clave es el de Fortalecimiento del Sector Eléctrico Paraguay, 2010), el Fondo Financiero para el Desarrollo de los Países de la Cuenca del Plata (FONPLATA), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), el Banco de la Cooperación Internacional de Japón (JBIC), el Banco Europeo de Inversiones (BEI), KfW, el Fondo para la Convergencia Estructural del MERCOSUR, la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), el Instituto de Crédito Oficial (ICO) del Reino Unido y el Banco do Brasil (BB), entre otros.

En la última década, Paraguay pudo fortalecer su marco macroeconómico con base en reglas fiscales, metas de reducción de la inflación, baja deuda pública y reservas de divisas adecuadas (Banco Mundial, 2020c). A principios de 2020, sus favorables condiciones de inversión lo posicionaron entre los cinco países de América Latina con la prima de riesgo más baja (Banco Mundial, 2020d), lo que le permitió generar una mayor confianza de los inversionistas y rentabilidad en los proyectos. Entre los primeros trimestres de 2019 y 2020, el saldo de préstamos de instituciones financieras aumentó a 7,52 %, mientras que la tasa de interés efectiva de los préstamos de desarrollo de instituciones financieras cayó 2,23 % para 2020 (BCP, 2020).

Capacidades profesionales e institucionales

Paraguay cuenta con universidades que ofrecen carreras en campos relacionados con la energía, que cubren áreas orientadas a la prospección, exploración y uso sostenible de fuentes de energía. Se ofrecen especializaciones de posgrado y maestrías y doctorados en gestión energética, planificación y tecnología energética, planificación de sistemas energéticos (automatización y control) y ciencias de la ingeniería eléctrica y electrónica con énfasis en electrónica de potencia.

El Modelo Paraguayo de Formación Profesional Dual (MoPaDual) se utiliza para el desarrollo de capacidades en colaboración con instituciones del sector energético. El programa ofrece formación mixta y se desarrolló con el apoyo del Servicio Nacional de Promoción Profesional (SNPP).¹⁵ En 2018, la ANDE gestionó un Curso de Formación en Ingeniería Eléctrica a través del MoPaDual que ofreció títulos de Electricista Industrial y Técnico Electrotécnico con formación del SNPP y prácticas en la ANDE (SNPP, 2020).

¹⁵ Realizado por la Ley N.º 1.253 en 1971.

Además, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través del Programa de Apoyo al Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (PROCIT), viene financiando proyectos y becas en generación eléctrica multifásica para aprovechar el potencial de las energías renovables. Esto también apoyó el desarrollo de algoritmos para maximizar la potencia de los paneles de energía solar, se optimizó la producción de biodiésel utilizando frutas locales, se probaron nuevas tecnologías para la producción de biogás con efluentes industriales y se estudió el potencial eólico en la región del Chaco (CONACYT, 2013).

A nivel de cooperación internacional, existen convenios para capacitar y educar a los profesionales de la ANDE y el VMME.¹⁶ Desde 2008, la OLADE ha implementado Cursos Virtuales de Capacitación en Energía (CAPEV) en planificación energética. En 2009, la AECID financió un programa de cooperación implementado por el PNUD para apoyar la transferencia de conocimiento, tecnología y acción sobre el cambio climático. La iniciativa brindó apoyo en la preparación de las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) para la reducción del uso de biomasa no renovable. La AECID continúa esta iniciativa (en colaboración con OLADE) al brindar asistencia técnica en el análisis del impacto del cambio climático en la planificación energética de Paraguay. El análisis incluye evaluar vulnerabilidades y riesgos e identificar medidas para fortalecer la infraestructura del sector energético. En 2015, IRENA impartió capacitación en planificación energética para aprovechar el potencial de las energías renovables.

Finalmente, la colaboración BID-OLADE en el Sistema de Información Energética para Paraguay (SieParaguay - 2019) busca generar la capacidad para armonizar la metodología para la elaboración del balance nacional de energía. Dentro de esta iniciativa, y en colaboración con EUROCLIMA (2020), el VMME elaboró el Balance Nacional de Energía Útil (BNEU), que incluye el fortalecimiento de la capacidad de planificación y elaboración de políticas sobre eficiencia energética.

¹⁶ Algunos acuerdos actuales incluyen OLADE, IRENA, CIER, ARPEL, FURNAS/ELETRORBRAS e Itaipú Binacional.



Panteón Nacional de los Héroes - Asunción, Paraguay.

Crédito de la imagen: Shutterstock

4. Desafíos y recomendaciones

Esta sección presenta las principales recomendaciones para acelerar el despliegue de energía renovable en Paraguay, con base en los desafíos identificados durante el proceso de Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA, por sus siglas en inglés). El proceso consultivo incluyó una revisión de la literatura, las percepciones de las entrevistas y los resultados de los grupos focales y los debates en las mesas redondas de múltiples partes interesadas que se llevaron a cabo durante los talleres, junto con intercambios posteriores con las partes interesadas elegidas. Esta sección agrupa las recomendaciones en seis áreas e identifica los principales desafíos para cada una. Dentro de los seis grupos hay un total de 15 acciones de corto a mediano plazo para un despliegue acelerado de energías renovables en Paraguay.

Fortalecer la estructura institucional y la gobernanza energética

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) administra el sector energético de Paraguay a través del Viceministerio de Minas y Energía (VMME), que es responsable de establecer y orientar la política sobre el uso y manejo de los recursos minerales y energéticos naturales del país, así como de supervisar el subsector eléctrico en estrecha coordinación con la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). La ANDE ejerce ciertas funciones reguladoras y controla las actividades en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y alumbrado público. Sus responsabilidades actuales incluyen la fijación de tarifas eléctricas y la aprobación de contratos para la compra, venta e intercambio de energía dentro y fuera del país.

La capacidad institucional actual enfrenta limitaciones para garantizar la rápida implementación de la Política Energética. El VMME y la ANDE requieren recursos humanos, capacidades y presupuesto adicionales para liderar responsabilidades multisectoriales; implementar programas nacionales de energía y brindar asistencia técnica en el diseño de modelos de negocio, instalación, mantenimiento y certificación de tecnologías de energía renovable. En concreto, el VMME necesita capacidad operativa, técnica y presupuestaria adicional para la creación de nuevas unidades operativas encargadas de las actividades de implementación de políticas. Sin embargo, dar al VMME un rango ministerial con su propio presupuesto y autoridad ha resultado ser un desafío. Se presentaron siete proyectos de ley al Congreso Nacional en el periodo 2009-2020, pero ninguno obtuvo la aprobación, a pesar de que la mayoría de los actores en materia de energía coincidieron en la necesidad de una institución centralizada para el sector.

El procedimiento existente para el otorgamiento de concesiones impone barreras adicionales de entrada para los desarrolladores de energía de proyectos de cualquier tamaño. El Congreso Nacional es la única entidad con facultades para otorgar concesiones para la explotación de recursos naturales, lo que resulta en un largo proceso de debida diligencia que resulta costoso para los productores independientes.

Acción 1. Crear un comité de energía para garantizar la implementación de políticas energéticas clave

Es necesario priorizar la mejora de la gobernanza de las instituciones del sector energético en el país. Esto se puede hacer al fortalecer las capacidades e incrementar los presupuestos de las entidades existentes o al crear organismos especializados para implementar pilares estratégicos de la Política Energética, como la eficiencia energética y las energías renovables.

Como enfoque de corto a mediano plazo, el Gobierno podría considerar la creación de un Comité de Energía como una medida de transición hacia la eventual creación de una institución líder en el sector energético, como un Ministerio de Energía. Este comité de energía apoyaría la implementación de acciones urgentes, como 1) la rápida implementación de la Política Energética y 2) el fortalecimiento del Viceministerio de Minas y Energía y la transformación de las instituciones del sector energético. Este comité debe tener competencias y autonomía, a fin de liderar estas acciones e implementar efectivamente las políticas de desarrollo y los compromisos nacionales. Sin esta orientación, el desarrollo del sector energético paraguayo se verá obstaculizado por la ausencia de una directiva y un liderazgo claros en el sector.

Además, este comité debe tener una estructura definida e incluir representantes de las principales instituciones del sector energético del país, así como miembros del parlamento, legisladores y representantes de instituciones judiciales y asociaciones industriales. El objetivo sería dar a conocer la relevancia del sector energético para el desarrollo económico de Paraguay, así como las necesidades específicas que ayudarán a impulsarlo. Las acciones inmediatas del comité pueden incluir la integración de miembros del congreso en comités interinstitucionales, la preparación de estudios sobre los beneficios potenciales de las reformas energéticas, la mejora de la coordinación interinstitucional y el desarrollo de un plan de acción claro para asegurar la implementación de la política energética nacional, entre otras.

Acción 2. Fomentar un ambiente regulatorio independiente

Para promover el desarrollo y el crecimiento del sector energético, el país necesita establecer un ambiente regulatorio sólido. El propósito de esto sería preparar una mayor regulación, supervisión y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias y las normas técnicas sobre la producción, el almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas, calor y electricidad. Este entorno regulador, así como el marco requerido, podría fomentarse al aumentar la capacidad en una institución existente u otorgar estas responsabilidades a una nueva institución. En cualquier caso, el organismo regulador debe garantizar una regulación adecuada e independiente de los diferentes aspectos del sector energético. Además, el acuerdo de gobernanza propuesto debe trabajar en estrecha colaboración con las instituciones clave del sector energético del país, como el VMME y la ANDE, entre otras, para desarrollar las condiciones para las políticas y la regulación en consonancia con las crecientes necesidades energéticas de Paraguay, los planes nacionales de energía y las estrategias de acción climática.

Un ambiente regulatorio independiente también mejoraría la transparencia del sector, eliminaría la autorregulación a lo largo de las cadenas de valor, fortalecería el liderazgo para hacer cumplir la regulación y cerraría las brechas regulatorias e imponer sanciones cuando fuera necesario. Esto también contribuirá a mejorar el servicio eléctrico prestado a los usuarios finales y a promover la mejora de la infraestructura energética en Paraguay, incluidas las líneas de transmisión y distribución.

En línea con la Acción 1, un Comité de Energía también puede contribuir a identificar la adecuación necesaria del marco normativo para la creación de una entidad reguladora independiente (como parte de una institución existente o como un nuevo organismo) y definir las facultades que se le otorgarán (consultivas, arbitrales o sancionatorias).

Acción 3. Agilizar los trámites administrativos a la hora de otorgar permisos y concesiones

La agilización de los procedimientos administrativos para el otorgamiento de permisos y concesiones es un paso importante para acelerar el despliegue de los proyectos de energías renovables. El gobierno puede modificar el proceso para otorgar concesiones, y diferenciar sus requisitos para proyectos de pequeña, mediana y gran escala, y mejorar la coordinación entre las distintas oficinas gubernamentales involucradas en la emisión de permisos, para reducir las demoras en los proyectos y los costos de construcción.

La creación de una “agencia de ventanilla única” puede ayudar a acelerar la debida diligencia de permisos y concesiones para proyectos de energía renovable y servir como una oficina de terceros para ayudar en la resolución de conflictos menores. Esta entidad puede crearse como un cuerpo legal independiente o incluirse bajo el mandato de una institución existente. Una entidad reguladora existente debe garantizar que los calendarios para los diversos procesos de permisos estén claramente definidos y que los procedimientos sean transparentes.

Mejorar la planificación, las políticas y el marco normativo para las energías renovables

La Política Energética Nacional 2016-2040 define objetivos clave para el desarrollo del sector energético del país, entre ellos garantizar la seguridad energética con responsabilidad social y ambiental; garantizar el acceso a servicios energéticos de buena calidad; utilizar los recursos energéticos nacionales; consolidar el papel de Paraguay en la integración energética regional; y crear conciencia pública sobre la importancia de la energía y su uso sostenible, entre otros.

La STP es responsable de la planificación a largo plazo de los sectores estratégicos del país, incluido el subsector de la electricidad. La STP comparte parcialmente su responsabilidad de planificación energética con el VMME, y delega al Viceministerio la responsabilidad de preparar proyecciones energéticas y proponer políticas energéticas. La planificación energética a largo plazo podría beneficiarse del fortalecimiento de la coordinación de las instituciones del sector energético para acordar un diagrama de flujo que destaque las acciones prioritarias, los presupuestos estimados y los plazos proyectados. Las debilidades de dicha coordinación en la planificación a largo plazo plantean obstáculos para acelerar la preparación del país para implementar la Política Energética, así como para tener un camino claro para el desarrollo del sector energético.

El marco estratégico para las áreas energéticas transversales de la economía se basa principalmente en el Plan Nacional de Desarrollo 2030, que también está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) nacionales. El Plan Nacional de Desarrollo aborda áreas de desarrollo como la pobreza, la seguridad alimentaria, las desigualdades de género, el acceso a la energía en los hogares rurales y al agua potable y la eficiencia energética, entre otros aspectos importantes que promueven el bienestar de la población paraguaya. Asimismo, la Política Energética Nacional 2016-2040 contempla la implementación de programas para incrementar el acceso equitativo a la tierra, la infraestructura y la tecnología agrícola. Las acciones legales para apoyar la Contribución determinada a nivel nacional (NDC) incluyen la Ley Nacional de Cambio Climático, que reitera el compromiso del país de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030.

Paraguay puede acelerar su progreso en el logro de sus objetivos energéticos mediante la actualización de los marcos estratégicos y normativos. Algunos planes de acción sobre energía tienen objetivos, metas y presupuestos poco claros para aumentar la proporción de energías renovables en la combinación energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La implementación de acciones para cumplir con los objetivos de las NDC debe contemplar vías para lograr los objetivos relacionados con la energía, como la modernización de tecnologías ineficientes y basadas en carbono utilizadas en la industria; aumentar la participación de las energías renovables en el consumo energético nacional; y promover la eficiencia energética en edificios, hogares, la industria y el sector público.

Además, la planificación del sector eléctrico y las áreas transversales de energía son responsabilidad de diferentes instituciones, lo que dificulta tener una hoja de ruta clara del desarrollo para el sector energético y se omiten aspectos importantes como el papel de la electrificación en los sectores de uso final; la necesidad de promover tecnologías para aumentar la flexibilidad en el sector energético; evaluar la estabilidad de la red eléctrica con la incorporación de tecnologías bajas en carbono, como vehículos eléctricos e hidrógeno verde; y la potencial contribución del sector energético a la acción climática, entre otros. Un plan energético claro a largo plazo puede constituir una base importante para atraer inversiones al establecer normas y perspectivas claras en el sector.

Una planificación energética bien coordinada debe incluir a todas las instituciones y sectores energéticos; la provisión de metas y objetivos claros a mediano y largo plazo; y la implementación de nuevas tecnologías, como energías renovables variables, vehículos eléctricos, hidrógeno verde, etc. También debe considerar la inversión requerida en infraestructura relacionada con la energía, como transmisión, distribución y almacenamiento.

La creación de nuevos incentivos, normas y certificaciones se ve a veces limitada por la dirección y las capacidades de las instituciones interesadas en promoverlos. La dispersión de la dirección entre las instituciones del sector energético puede dificultar la creación de las condiciones adecuadas para la

adopción de energías renovables. Las actividades claves para mejorar la preparación para las energías renovables incluyen la eliminación de los obstáculos de entrada para los nuevos agentes energéticos, la creación de condiciones legales para los productores independientes de energía y la reducción del tiempo y los requisitos para otorgar concesiones y permisos.

Acción 4. Mapear el potencial de energías renovables

Paraguay tiene una diversidad de recursos de energía renovable que aún no se ha evaluado claramente, en especial para la energía renovable variable. El desarrollo de mapas de recursos para el potencial solar, eólico y geotérmico en el país utilizando datos satelitales puede ser el primer paso en la identificación de zonas potenciales para el desarrollo de proyectos de energía renovable para la generación de energía u otras aplicaciones. Un ejercicio de zonificación también podría contribuir al ejercicio de planificación y servir como solución para economizar en la expansión de la infraestructura, centrándose en áreas específicas de desarrollo.

Acción 5. Establecer objetivos claros en materia de energías renovables

Definir objetivos y acciones claros para el desarrollo del sector de las energías renovables podría ayudar a fomentar el compromiso e integrar las dimensiones económica, social, ambiental y de gobernanza del desarrollo sostenible. Los objetivos identificados deben cubrir todos los usos finales más allá del sector eléctrico, tener en cuenta la electrificación de los usos finales y destacar áreas de oportunidad como la electromovilidad y las iniciativas de hidrógeno verde para aprovechar los excedentes de electricidad para descarbonizar los sectores del transporte e industrial y lograr la neutralidad climática a mediados de siglo.

Definir los objetivos de energías renovables en diferentes sectores requeriría un trabajo coordinado entre las instituciones del sector energético, ambientales y económicas, con el objetivo de capturar los efectos del logro de dichos objetivos y las medidas necesarias para crear un camino hacia los objetivos propuestos. Los objetivos sectoriales de energías renovables requieren un conjunto de datos bien establecido como base para desarrollar dichos objetivos, así como para supervisar el progreso en su implementación.

Además, el desarrollo de objetivos sectoriales de energías renovables debe considerar la política, la normativa y la inversión necesaria para hacer realidad esas ambiciones. Un Comité de Energía dedicado (como se presenta en la Acción 1) puede facilitar la coordinación de las instituciones del país y adoptar un enfoque holístico que sea capaz de establecer objetivos alcanzables.

Acción 6. Mejorar las prácticas de planificación energética a largo plazo para el desarrollo de un plan energético nacional

Las responsabilidades de planificación del sector energético se encuentran dispersas entre diferentes instituciones; por lo tanto, es necesario coordinarlas hacia la ejecución y evaluación tanto del plan energético nacional a largo plazo como del desarrollo de la Política Energética Nacional más amplia. Un Plan Energético Nacional actualizado debe considerar los sectores de uso final (transporte, industria, edificios) y el sector eléctrico, incluidas las opciones de flexibilidad y las tendencias en tecnologías bajas en carbono. Además, un plan energético nacional debe estar alineado con los componentes de la acción climática, como los objetivos, como parte de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC).

La STP y el VMME en coordinación con instituciones clave del sector energético pueden definir la planificación a largo plazo mediante la preparación de planes sectoriales (agricultura, transporte, energía y otros relacionados con los ODS) y escenarios energéticos a largo plazo, y proporcionar orientación para el desarrollo de posibles hojas de ruta de implementación, asignar responsabilidades claras y un marco para supervisar las acciones y su impacto esperado.

Muchos países de América Latina están muy avanzados en el desarrollo de la planificación energética a largo plazo, así como en la elaboración de escenarios energéticos a largo plazo, con reconocimiento a nivel mundial. Además, la mayoría de estos países han implementado con éxito tecnologías de energía renovable y otras tecnologías bajas en carbono, de acuerdo con sus propios compromisos climáticos en virtud del Acuerdo de París. Paraguay puede utilizar los foros e iniciativas regionales existentes en América Latina para tener acceso a las mejores prácticas en el desarrollo de planes energéticos nacionales y aprender de los países más experimentados de la región.

Acción 7. Elaborar una estrategia transversal para alinear el nexo entre la Política Energética Nacional, los ODS y la acción climática

Las implicaciones del cambio climático en una serie de cuestiones abordadas por los ODS merecen ser tratadas en una estrategia a largo plazo con el fin de lograr cumplir los compromisos nacionales y cero emisiones netas para 2050. Paraguay tiene un gran potencial para alcanzar cero emisiones netas para 2050 gracias a los recursos de energía renovable y al sector eléctrico de bajas emisiones de carbono existente. Esta estrategia debe basarse en la Política Energética Nacional y en la evaluación de la contribución de las energías renovables al crecimiento económico nacional y local. Debe identificar los marcos habilitadores que se requieren para potenciar los impactos socioeconómicos de incrementar la adopción de energías renovables en el país, tales como la creación de empleo, la igualdad de género, el desarrollo de industrias locales, el atractivo de inversiones, la salud, entre otros. Además, la estrategia transversal debe considerar el nexo entre la energía renovable y los ODS, por ejemplo, mejorar los servicios de salud, mejorar la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua, garantizar la energía sostenible para todos y el empoderamiento de las mujeres, entre otros.

Además, la estrategia transversal necesita evaluar el potencial de las energías renovables para lograr los compromisos climáticos del país y alinearlos con la NDC. Por ejemplo, los ecosistemas terrestres de Paraguay pueden verse profundamente alterados por el aumento del cambio de uso de la tierra y las actividades forestales, la desertificación, las especies invasoras y otros factores relacionados con el clima. La energía renovable es una solución directa para proporcionar una infraestructura energética resistente y mitigar los efectos del cambio climático. Asimismo, los planes estratégicos para el desarrollo y modernización de los sectores agrícola e industrial podrían facilitar un mejor uso de la tierra y mejorar las actividades forestales. El uso de energía renovable variable puede ayudar a reducir el uso excesivo de los bosques como fuente de leña para la biomasa, así como contribuir a disminuir la intensidad energética de los procesos utilizados para convertir la biomasa en combustible.

El gobierno también debe considerar que, si bien las acciones relacionadas con la energía pueden promover la adopción de energías eficientes y renovables, sus vínculos con los diversos aspectos reflejados en los ODS brindan al sector un alto potencial para asegurar un crecimiento económico sostenible en el país. Al mismo tiempo, pueden ayudar a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y servir como parte clave de las medidas consideradas en las estrategias de adaptación climática.

Acción 8. Crear marcos habilitadores para la amplia adopción de tecnologías de energía renovable

El gobierno puede priorizar acciones para lograr una legislación clara y un entorno adecuado para atraer inversionistas energéticos independientes y aumentar la diversificación de la combinación energética. Entre las acciones claves para aplicar una normativa eficaz podrían figurar la celebración de acuerdos mediante la ampliación del alcance de los debates de la mesa redonda sobre biocombustibles a otras aplicaciones de las energías renovables y la obtención de un consenso con los productores de energía en cuanto a las acciones para aumentar su participación en los mercados energéticos. El gobierno podría considerar la revisión de las regulaciones que limitan el rendimiento de las inversiones en el sector eléctrico y restringen las opciones para negociar acuerdos de compra de energía a largo plazo y eliminar los obstáculos de entrada para los desarrolladores internacionales de energía con experiencia.

Los acuerdos entre los sectores público y privado podrían mejorar la efectividad de nuevas leyes y facilitar la identificación y priorización de incentivos, regulaciones y garantías adecuadas para atraer nuevas inversiones dentro del proceso de evaluación.

La introducción de normas energéticas puede promover la innovación entre los fabricantes y los importadores de tecnología. Los estándares pueden ayudar a que las tecnologías reguladas se vuelvan más homogéneas al hacer que todos sean electrodomésticos eficientes, seguros y con bajo contenido de carbono. Además, se requiere seguir trabajando en la certificación del uso sostenible de biomasa, debido a la importancia de esta fuente de energía en el suministro total de energía del país.

Como resultado de la evaluación anterior y sus hallazgos, el VMME podrá definir una hoja de ruta de normativas prioritarias que requieran la elaboración de estándares nacionales. La eficacia de un marco normativo se beneficiará con la inclusión de análisis de los impactos económicos, ambientales y sociales de las nuevas normas y reglamentos sobre energías renovables y eficiencia energética. El gobierno puede aprovechar la coordinación existente entre el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN); el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); la Comisión de Calidad y el Organismo Nacional de Acreditación (ONA); el sector académico y los actores con alta capacidad técnica.

Desarrollar instrumentos de política e implementar iniciativas para fomentar la eficiencia energética

El país ha creado una coordinación interministerial y ha establecido directrices en todo el sector económico a través del Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE). El CNEE es el encargado de elaborar el Plan de Eficiencia Energética (PEE) y evaluar las medidas fiscales, financieras, tributarias y los criterios de eficiencia energética (normalización y etiquetado, entre otros). El PEE prioriza la actualización del marco normativo, la implementación de programas de innovación tecnológica, la sensibilización y seguimiento del uso racional de la energía y la medición de impactos. Sin embargo, el plan podría beneficiarse con la inclusión de objetivos específicos y diagnósticos locales (como indicadores energéticos por sector y uso). Además, los responsables de formular políticas enfrentan dificultades para cambiar la percepción generalizada de que las centrales hidroeléctricas tienen capacidad suficiente para cubrir la demanda de energía del país de manera indefinida a precios asequibles.

Acción 9. Fortalecer el marco para promover la eficiencia energética

La adopción de una ley específica para la eficiencia energética puede proporcionar las condiciones para integrar políticas vinculantes e iniciativas específicas, así como incentivos adicionales para equipos de energía renovable y de alta eficiencia que podrían incluir descuentos implementados a través de programas gubernamentales. Los planes de acción pueden incluir iniciativas específicas para promover la eficiencia energética en los edificios, el transporte, los hogares, la industria y el sector público. Trabajar en coordinación con los municipios y el Ministerio de Vivienda, Urbanismo y Hábitat podría ayudar a hacer cumplir las normas de construcción sostenible. Las licitaciones públicas también pueden impulsar la adopción de tecnologías de energías renovables y eficiencia energética en la adquisición de bienes y servicios.

Acción 10. Crear conciencia pública sobre la conservación y la eficiencia energética

Promover la educación en varios niveles puede ser una estrategia clave para reducir la demanda energética nacional. El país podría realizar campañas para crear conciencia pública sobre la eficiencia energética utilizando las lecciones aprendidas de las unidades educativas móviles desplegadas por Itaipú Binacional. Las nuevas políticas y el marco estratégico deberían ayudar a cambiar la percepción actual de que Paraguay tiene recursos hidroeléctricos infinitos y enfatizar que el país necesita ser más consciente en el uso de los recursos eléctricos. La energía renovable debe integrarse en la vida cotidiana de los consumidores y prosumidores (aquellos que producen y consumen energía), así como en los marcos institucionales, para permitir que estos participantes formen parte de la transición energética global.

Las políticas que permiten la participación plena en el sistema energético incluyen, por ejemplo, programas de concientización para fomentar el cambio de comportamiento y políticas para acoplar las tecnologías de energía renovable con los medios de vida (para mejorar el acceso). Un nuevo enfoque político que priorice la diversificación de la combinación energética y la concientización sobre el uso racional de la energía podría unir los esfuerzos institucionales en el desarrollo de proyectos de energías renovables variables y la adopción de medidas de eficiencia energética.

Promover el uso de energías renovables más allá del sector eléctrico

Paraguay tiene excelentes recursos para las energías renovables. Hasta el momento, el país ha impulsado las energías renovables principalmente en el sector energético y está perdiendo la oportunidad de incrementar su aplicación en sectores de uso final, lo que podría favorecer la seguridad energética, la acción climática y el logro de los ODS. El país tiene un gran potencial de recursos hídricos, que podrían utilizarse no solo para la generación de electricidad, sino también para la instalación de estaciones de bombeo de agua, alimentos y molienda de minerales. El potencial solar existente puede dinamizar centros comunitarios y zonas productivas aisladas del país, particularmente en Alto Paraguay, Boquerón y Concepción. El potencial eólico, identificado como de calidad media a alta, se concentra en la región noroeste, específicamente en el departamento de Boquerón.

Paraguay comprende el 55 % de las superficies cultivables (un total de 22,3 millones de hectáreas). El Plan Nacional de la Caña de Azúcar 2019 destaca el potencial para desarrollar 20 000 hectáreas de nuevos cultivos para el 2023 que se pueden utilizar con fines energéticos. Entre 2015 y 2019, la demanda de bioetanol aumentó 56,7 %, y alcanzó un nivel promedio nacional de mezcla con gasolina del 26 %, un punto porcentual por encima de la meta establecida. Mientras tanto, el mercado del biodiésel no se ha

desarrollado como se esperaba debido a la falta de competitividad asociada al costo adicional de la mezcla con diésel.

Estas estimaciones de energía se pueden fortalecer con la recopilación de datos adicionales. La mayor parte de la información disponible se basa en modelos, extrapolaciones y mediciones globales que pueden mejorarse con la recopilación de datos en el terreno.

La implementación de una “estrategia transversal que considere el nexo entre los ODS y las acciones climáticas” (Acción 7) exige una estructura clara para organizar la coherencia horizontal entre los ministerios y la coherencia vertical entre los niveles de gobierno (nacional, subnacional y local). Para las NDC, las instituciones necesitan adquirir experiencia y tener suficiente capacidad para el diseño y la implementación de mercados de carbono, mecanismos de fijación de precios del carbono y sistemas de supervisión, presentación de informes y verificación (MRV, por sus siglas en inglés). Además, el país podría beneficiarse de la incorporación de directrices y políticas vinculantes para apoyar la implementación de proyectos de energía variable (eficiencia energética, movilidad eléctrica e iniciativas de hidrógeno verde) en la industria, los códigos de construcción y la contratación pública.

Acción 11. Desarrollar una hoja de ruta de tecnologías de energía limpia para los sectores de uso final

El desarrollo de una hoja de ruta para evaluar la penetración potencial de las tecnologías de energía limpia en todos los sectores, en línea con las NDC y los ODS, puede trazar un camino para la implementación de energías renovables y tecnologías bajas en carbono en sectores clave como la industria, la construcción y el transporte.

La hoja de ruta debe incluir la evaluación de los desafíos, así como las opciones para superarlos. La eficiencia energética y la autosuficiencia, así como los altos costos de las inversiones iniciales, son los principales desafíos en todos los sectores, junto con la falta de habilidades técnicas para la instalación y el mantenimiento. Por ejemplo, el sector industrial debe promover la modernización de procesos que utilicen tecnologías de baja eficiencia que consuman biomasa y diésel para fines de calefacción, reemplazándolos por tecnologías bajas en carbono y renovables como la energía termosolar y el hidrógeno verde, entre otras.

En la agricultura, la adopción de tecnologías bajas en carbono debe abordarse en términos de compensaciones, mientras se aprovechan las interacciones dentro del nexo entre el agua y los alimentos. La implementación de tecnologías de energía renovable y la adopción de maquinaria y vehículos eléctricos para la producción de alimentos pueden mitigar el uso de combustibles fósiles en el sector, mejorar la seguridad alimentaria y favorecer un uso del suelo más tecnificado y controlado.

Para el sector del transporte, la hoja de ruta debe impulsar la transición a los vehículos eléctricos y al mismo tiempo proponer acciones para la promoción de la infraestructura de recarga. Además, debe evaluar la implementación de biocombustibles e hidrógeno verde para aplicaciones específicas, como vehículos pesados, e implementar la Agenda de Energía Sostenible para potenciar nuevos modelos comerciales que se basen en soluciones de energía limpia para todos los actores de la cadena de valor. La evaluación de iniciativas para incrementar la adopción de tecnologías de energía limpia puede incluir el fortalecimiento de la gestión de emisiones de carbono para nuevos proyectos y el control de gases de efecto invernadero provenientes de procesos de producción industrial; reemplazar los combustibles fósiles con alternativas renovables; e introducir tecnologías convencionales de conservación y eficiencia energéticas.

La elaboración de hojas de ruta debe incluir un proceso participativo con diferentes actores de los sectores, con el objetivo de identificar responsabilidades a corto y mediano plazo para la implementación de las ambiciones aquí evaluadas. La participación de los gobiernos municipales y regionales puede traer un enfoque inclusivo que también beneficie a las comunidades locales y busque brindar contribuciones importantes a las economías locales. Además, la hoja de ruta debe incluir objetivos claros para la penetración de la tecnología baja en carbono en cada sector. Estos objetivos deben estar en línea con la Agenda Nacional de Energía Sostenible, las NDC y las ELP, y deben resaltar su vínculo con los respectivos ODS.

Al desarrollar estrategias para la implementación de tecnologías bajas en carbono, como el hidrógeno verde, la energía solar fotovoltaica para riego, la movilidad eléctrica y la biomasa a nivel industrial, la acción coordinada entre el gobierno y la industria puede contribuir a explorar el desarrollo de parques industriales cercanos a los recursos disponibles, y al mismo tiempo promover la adopción de tecnologías modernas. Estos planes deben incluir una evaluación del tipo de tecnología, la aplicación potencial y la inversión requerida.

Acción 12. Fortalecer la coordinación institucional y de las partes interesadas más allá del sector eléctrico

Además, el país puede considerar la identificación de grupos objetivo dentro de los sectores estratégicos con el potencial de crear economías de escala para el desarrollo de aplicaciones de energía renovable. La coordinación institucional debe incluir trabajar con las partes interesadas con el potencial de adoptar tecnologías renovables más allá del sector eléctrico y evaluar su capacidad para invertir en tecnologías bajas en carbono y diseñar modelos comerciales para instalar y desplegar tecnologías de energía renovable. La coordinación institucional y de las partes interesadas debe someterse a revisión periódica y ajustarse en función del logro de los objetivos establecidos para cada grupo destinatario.

La ubicación geográfica de Paraguay también puede facilitar su cooperación con los países vecinos para lograr la integración energética regional. El país puede aprovechar las iniciativas existentes centradas en el sector eléctrico, como las Energías Renovables para América Latina y el Caribe (RELAC) y el Sistema de Integración Energética Cono Sur (SIESUR), para ampliar el alcance de la colaboración a nuevas áreas como el comercio y el desarrollo de calor renovable e hidrógeno verde. Además, el gobierno puede solicitar cooperación técnica a las instituciones multilaterales para replicar las prácticas internacionales de coordinación institucional y de las partes interesadas para promover innovaciones en los modelos de negocio y crear las condiciones para el despliegue masivo de energía renovable y la adopción de tecnologías certificadas con bajas emisiones de carbono.

Recuadro 4. Promoción del hidrógeno verde en Paraguay

Paraguay está interesado en utilizar su potencial de energía renovable para producir hidrógeno verde para uso doméstico, así como para exportarlo a la región. En junio de 2021, el Gobierno de Paraguay y el BID desarrollaron una hoja de ruta para el uso de hidrógeno verde en el país. La hoja de ruta destaca el enorme potencial de Paraguay para producir hidrógeno verde a precios competitivos de alrededor de 2,2 USD por kilogramo. El sistema eléctrico nacional tiene la capacidad de albergar a grandes empresas productoras que fabrican hidrógeno electrolítico, sin mayores inconvenientes para el balance eléctrico. Este proceso de fabricación también puede facilitar la coproducción de oxígeno electrolítico.

La Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde está alineada con la Agenda Nacional de Energía Sostenible 2019-2023, ya que propone el hidrógeno verde como un vector energético que puede contribuir al desarrollo del sector energético del país. El enfoque está en la descarbonización del sector transporte (VMME, 2021), el mayor consumidor de combustibles fósiles en Paraguay.

La hoja de ruta se divide en dos documentos: 1) un marco conceptual, que contiene los lineamientos para promover el desarrollo del hidrógeno verde para el crecimiento socioeconómico sostenible en Paraguay; y 2) una propuesta de innovación, con lineamientos para un suministro de hidrógeno verde y un proyecto de demostración de utilización en el país.

Actualmente, el Gobierno de Paraguay, a través del Viceministerio de Minas y Energía con la asistencia de diversos organismos internacionales, está desarrollando una Estrategia para el Uso de Hidrógeno en el Sector Transporte, incluido el transporte terrestre y fluvial (OLADE, 2020).



Fomentar la inversión en tecnologías de energía renovable

En la última década, Paraguay ha fortalecido su situación macroeconómica con base en reglas fiscales, metas de reducción de la inflación, baja deuda pública y reservas adecuadas de divisas (Banco Mundial, 2020c). A principios de 2020, sus favorables condiciones de inversión lo posicionaron entre los cinco países de América Latina con la prima de riesgo más baja (Banco Mundial, 2020d), lo que le permitió ganar mayor confianza de los inversionistas.

A pesar de sus favorables condiciones de inversión, Paraguay enfrenta desafíos para atraer inversiones en ciertas áreas del sector energético. Las principales limitaciones para participar en los mercados energéticos son las señales de precios para los productores de energía independientes, los incentivos disponibles para los desarrolladores de proyectos y las dificultades para lograr el cierre financiero. Los mecanismos de financiamiento son escasos y solo un banco conocido en el país ofrece mecanismos de financiamiento verde para proyectos de energía no convencional. Los bancos nacionales necesitan apoyo para subsanar la brecha de conocimiento sobre cuestiones ambientales y sociales relacionadas con las líneas de crédito verdes. Finalmente, los malos resultados financieros de los desarrolladores de proyectos (principalmente en las pequeñas y medianas empresas) incrementa el riesgo percibido por los bancos comerciales. Esto hace que los costos de financiación sean más elevados y que el rendimiento de las inversiones sea menor.

Acción 13. Crear incentivos para la energía renovable y la eficiencia energética

Los beneficios tributarios y fiscales actuales se pueden agregar a una gama de bienes y servicios elegibles para exenciones. Las exenciones fiscales pueden incluir incentivos adicionales para el desarrollo de proyectos en regiones estratégicas del país que carecen de infraestructura y desarrollo económico. Los incentivos adicionales para la adopción masiva de equipos certificados de alta eficiencia y energía renovable podrían incluir descuentos implementados a través de programas gubernamentales. El VMME puede liderar un grupo de trabajo que se encargue de revisar los esquemas fiscales y tributarios y que recomiende modificaciones alineadas con la implementación de la Política Energética.

El país también puede considerar brindar asistencia técnica para estudiar economías de escala para el desarrollo de aplicaciones de energías renovables en sectores estratégicos, como energía, transporte y agricultura, apoyar la organización y profesionalización de pequeñas y medianas empresas, y crear capacidades en bancos comerciales y prestatarios para aumentar el acceso al financiamiento. El VMME puede diseñar e implementar programas para canalizar recursos adicionales dirigidos a la asistencia técnica a pequeñas y medianas empresas para evaluar las economías de escala y preparar auditorías energéticas y análisis de viabilidad.

Acción 14. Desarrollar instrumentos financieros específicos para la energía renovable y la eficiencia energética

La definición de un mecanismo financiero para los proyectos de energía renovable usando la experiencia del Programa de Apoyo a la Diversificación de la Economía (PADE) podría atraer el interés de los desarrolladores de energía y los bancos comerciales. Mientras tanto, las garantías tienen el potencial de impulsar el desarrollo de energías renovables en áreas prometedoras que requieren grandes inversiones en infraestructura, por ejemplo, hidrógeno verde y almacenamiento de energía.

La implementación de mecanismos de financiamiento podría incluir líneas de crédito respaldadas por garantías soberanas, mientras que para las garantías de los inversionistas, el gobierno podría considerar evaluar los riesgos de los inversionistas y trabajar con agencias de desarrollo para estructurar mecanismos específicos para los sectores seleccionados. Tener una hoja de ruta clara para acercarse a las instituciones multilaterales podría ayudar a identificar mecanismos financieros y de garantía en todos los sectores. Por ejemplo, el apoyo al financiamiento climático del GCF, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el BID y el Banco Mundial, entre otros, podría ser un elemento clave para financiar la implementación de proyectos de pequeña y mediana escala de energías renovables y eficiencia energética.

Reforzar la creación continua de capacidades institucionales y humanas.

El Modelo Paraguayo de Formación Profesional Dual (MoPaDual) se utiliza para el desarrollo de capacidades en colaboración con instituciones del sector energético. El programa ofrece formación mixta y se desarrolló con el apoyo del Servicio Nacional de Promoción Profesional (SNPP).¹⁷ En 2018, la ANDE gestionó un Curso de Formación en Ingeniería Eléctrica a través del MoPaDual que ofreció títulos de electricista industrial y técnico electrotécnico con formación del SNPP y prácticas en la ANDE (SNPP, 2020). Además, el CONACYT, a través del Programa de Apoyo al Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (PROCIT), viene financiando proyectos y becas en generación eléctrica multifásica para aprovechar el potencial de las energías renovables.

El país debe tomar medidas para cubrir el desequilibrio entre la oferta educativa y la demanda de competencias en los sectores de rápido crecimiento relacionados con la energía. Es necesario que las entidades públicas y privadas adquieran más conocimientos y experiencia en el diseño, la fabricación, la construcción, el montaje y el funcionamiento de los sistemas de energía renovable y la eficiencia energética. El sector energético necesita crear las condiciones adecuadas para estimular la innovación en el diseño de nuevos modelos de negocio y mecanismos de financiamiento; el conocimiento y la experiencia en la instalación y el mantenimiento de sistemas de energía variable; y la certificación de tecnologías y procesos para la producción, el transporte y el consumo de energía renovable; así como en el desarrollo de proyectos de energía renovable.

Acción 15. Elaborar un mapa de la demanda de mano de obra y capacidades y desarrollar programas de capacitación y desarrollo de capacidades

El país puede orientar su desarrollo de capacidades al elaborar un mapa de las competencias técnicas actuales y futuras necesarias en el sector energético (instituciones privadas y públicas). La elaboración de un mapa de las necesidades en colaboración con la academia podría servir para alinear la demanda profesional y técnica del país en el sector energético, con los programas educativos y de formación existentes. La participación del sector financiero en la elaboración del mapa también es clave, como mecanismo para crear una mejor comprensión del financiamiento de los proyectos de energías renovables, así como para mejorar el rendimiento financiero de los desarrolladores de proyectos renovables locales.

Resulta igual de importante abordar las capacidades energéticas prioritarias. En relación con el nexo energético y social, el fortalecimiento de capacidades puede priorizar acciones para promover el uso de energía sostenible, limpia y asequible en todo el sistema socioeconómico y especialmente en los hogares vulnerables, para garantizar buenas condiciones de salud y una mayor igualdad de género. El VMME puede preparar un plan para fortalecer las capacidades de las instituciones energéticas. Se podría considerar trabajar con el CONACYT para incluir nuevas capacitaciones en coordinación con el SNPP, el Sistema Nacional de Formación y Educación Laboral (SINAFOCAL) y empresas del sector energético.

¹⁷ Creado por la Ley N.º 1.253 en 1971.

Referencias

ANDE (2021a), *Plan Maestro de Transmisión 2021-2030*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/documentos/plan_maestro/PLAN%20MAESTRO%20DE%20TRANSMISION%20%202021%20-%202030.pdf (consultado en julio de 2021).

ANDE (2021b), *Plan Maestro de Generación 2021-2040*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/plan_maestro.php (consultado en junio de 2021).

ANDE (2019a), *Memoria Anual 2019*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/finanzas/MEMORIA_ANUAL_2019/ANDE_-_MEMORIA_ANUAL_2019.pdf (consultado en junio de 2021).

ANDE (2019b), *Compilación Estadística 1999-2019*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/finanzas/COMPILACION_ESTADISTICA_1999_2019/ANDE_-_Compilacion_Estadistica_1999-2019.pdf (consultado en junio de 2021).

ANDE (2018a), *Memoria Anual 2018*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/documentos_contables/651/memoria_anual_2018.pdf (consultado en julio de 2021).

ANDE (2018b), *Memoria Anual 2017*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/documentos_contables/571/memoria_anual_2017.pdf (consultado en agosto de 2020).

ANDE (2016a), *Plan Maestro de Generación 2016-2025*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/documentos/plan_maestro/PM_2016_2025_Gen_Trans_Distrib_Telematica.pdf (consultado en julio de 2021).

ANDE (2016b), *Memoria Anual 2016*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/documentos_contables/531/memoria_anual_2016.pdf (consultado en agosto de 2021).

ANDE (2010), *Memoria y balance 2010*, Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.ande.gov.py/documentos_contables/156/memoria_y_balance_2010_ande.pdf (consultado en agosto de 2021).

ANDE (1964), "Ley N.º 966, artículos 84 y 88", Administración Nacional de Electricidad, Asunción, www.economia.gov.py/application/files/2714/6713/9098/1964_Ley_N_966_Carta_Organica_ANDE.pdf (consultado en julio de 2021).

AFD (2021), "Entrevista a la AFD, Agencia Financiera de Desarrollo", www.afd.gov.py/noticias/entrevista-a-la-afd-329 (consultado en julio de 2021).

AZPA (2019), "Alcoholes, por fermentación de la melaza", Azucarera Paraguaya S.A., www.azpa.com.py/portfolio/alcoholes (consultado en julio de 2021).

BCP (2020), *Boletines estadísticos 2019-2020*, Banco Central del Paraguay, bcp.gov.py/boletines-estadisticos-i62 (consultado el julio de 2021)

BCP (2019), *Anexo estadístico del informe económico*, Banco Central del Paraguay, www.bcp.gov.py/anexo-estadistico-del-informe-economico-i365 (consultado en julio de 2021).

CAF (2021), "Paraguay projects" (Proyectos de Paraguay), Banco de Desarrollo de América Latina, www.caf.com/en/countries/paraguay (consultado en julio de 2021).

CAF (2019), "CAF aprueba USD 462 millones a favor de Paraguay para inversiones que fortalecen su infraestructura energética y vial", Banco de Desarrollo de América Latina, www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/12/caf-aprueba-usd-462-millones-a-favor-de-paraguay-para-inversiones-que-fortalecen-su-infraestructura-energetica-y-vial (consultado en julio de 2021).

CAF (2013), “More and better energy for Paraguayans” (Más y mejor energía para los paraguayos), Banco de Desarrollo de América Latina, www.caf.com/en/currently/news/2013/02/more-and-better-energy-for-paraguayans (consultado en julio de 2021).

CONACYT (2019), “Investigadores de la FIUNA instalaron aerogenerador que podría abastecer de electricidad a comunidades aisladas”, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, www.conacyt.gov.py/investigadores-fiuna-instalaron-aerogenerador-podria-abastecer-electricidad-comunidades-aisladas (consultado en julio de 2021).

CONACYT (2013), *Reporte de avances de programas de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación en Paraguay 2011-2012*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Asunción, www.conacyt.gov.py/sites/default/files/ANUARIO_PROCIT_2011-2012.pdf (consultado en julio de 2021).

DECI (2019), *Reporte de competitividad global 2019: Análisis de los resultados para la República del Paraguay*, Departamento de Estrategias Comerciales e Integración, Asunción, https://economia.gov.py/application/files/4315/7480/0867/Reporte_de_competitividad_global_2019.pdf (consultado en septiembre de 2020).

DGEEC (2019), “Principales resultados de pobreza monetaria y distribución de ingreso 2019”, Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Asunción, www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/5781_Pobreza%20Monetaria%202019_Boletin.pdf (consultado en julio de 2021).

DGEEC (2016), “Encuesta de indicadores múltiples por conglomerado – MICS-Paraguay 2016”, Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Asunción, www.ine.gov.py/publication-single.php?codec=Mjg= (consultado en julio de 2021).

DGEEC (2015), *Proyección de la población nacional, áreas urbana y rural por sexo y edad, 2000-2005*, Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Asunción, www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/proyeccion%20nacional/Estimacion%20y%20proyeccion%20Nacional.pdf (consultado en agosto de 2020).

DNCC/MADES (2021), “Actualización de la NDC de la República del Paraguay al 2030”, Dirección Nacional de Cambio Climático / Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Asunción, www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/ACTUALIZACIÓN%20DE%20LA%20NDC%20DEL%20PARAGUAY_Versión%20Final.pdf (consultado en agosto de 2021)

DRA (2021), “Estadística de matriculaciones correspondiente al periodo: Octubre año 2000 a Junio año 2021”, Dirección del Registro de Automotores, www.pj.gov.py/contenido/155-direccion-del-registro-de-automotores/2119 (consultado en julio de 2021).

CEPAL (2019), *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe – Paraguay*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago, https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45000/97/BPE2019_Paraguay_es.pdf (consultado en julio de 2021).

FAO (2019), “Data” (Datos), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, www.fao.org/faostat/en/#data (consultado en julio de 2021).

FAO (2018), *Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay*. Working paper no. 70 (Documento de trabajo núm. 70), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, www.fao.org/3/i9576es/I9576ES.pdf (consultado en agosto de 2020).

FIUNA (2019), “Realizaron el diseño y construcción de un prototipo de un pequeño aerogenerador de eje vertical y el análisis de su eficiencia”, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, www.ing.una.py/?p=41015 (consultado en julio de 2021).

GCF (2020), “FP128: Arbaro Fund – Sustainable Forestry Fund” (FP128: Fondo Abaro - Fondo Forestal Sostenible), Fondo Verde para el Clima, www.greenclimate.fund/project/fp128 (consultado en julio de 2021).

GCF (2019), “REDD+ Results-based payments in Paraguay for the period 2015-2017” (REDD+ Pagos basados en resultados en Paraguay para el periodo 2015-2017), Fondo Verde para el Clima, www.greenclimate.fund/document/redd-results-based-payments-paraguay-period-2015-2017 (consultado en julio de 2021).

GCF (2018a), “FP062: Poverty, Reforestation, Energy and Climate Change Project (PROEZA)” (FP062: Proyecto Pobreza, Reforestación, Energía y Cambio Climático (PROEZA), Fondo Verde para el Clima, www.greenclimate.fund/project/fp062 (consultado en julio de 2021).

GCF (2018b), “FP063: Promoting private sector investments in energy efficiency in the industrial sector and in Paraguay” (Promover las inversiones del sector privado en eficiencia energética en el sector industrial y en Paraguay), Fondo Verde para el Clima, www.greenclimate.fund/project/fp063 (consultado en julio de 2021).

Godoy, V. and R. Paredes (1995), “Acuíferos potenciales del Paraguay”, www.geologiadelparaguay.com.py/Acuiferos-Potenciales-del-Paraguay.pdf (consultado en septiembre de 2020).

BID (2020a), “PR-L1173: Expansión del sistema de transmisión en alta tensión y acciones de eficiencia energética (PR-L1173: Diseño y construcción de un prototipo de un pequeño aerogenerador de eje vertical y análisis de su eficiencia)”, Banco Interamericano de Desarrollo, www.iadb.org/es/project/PR-L1173 (consultado en julio de 2021).

BID (2020b), “Sustainable energy investment program (PR-O0004 and expansion of the high voltage system (PR-L1173))” (Programa de inversiones en energía sostenible [PR-O0004 y ampliación del sistema de alta tensión (PR-L1173)], Banco Interamericano de Desarrollo, <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-894921464-104> (consultado en agosto de 2020).

BID (2020c), “PR-L1183: Expansion of the high voltage transmission system and energy efficiency actions – phase II” (PR-L1183: Ampliación del sistema de transmisión de alta tensión y acciones de eficiencia energética - fase II), Banco Interamericano de Desarrollo, www.iadb.org/en/project/PR-L1183 (consultado en julio de 2021).

BID (2020d), “PR-T1285: Supporting the Preparation and Implementation of Clean Energy Projects under PR-O0004 and PR-L1156” (PR-T1285: Apoyo a la preparación e implementación de proyectos de energías limpias bajo PR-O0004 y PR-L1156), Banco Interamericano de Desarrollo, www.iadb.org/en/project/PR-T1285 (consultado en julio de 2021).

BID (2018), “PR-L1156: Rehabilitation and Modernization Program for the Acaray Hydropower Plant” (PR-L1156: Programa de rehabilitación y modernización de la central hidroeléctrica Acaray), Banco Interamericano de Desarrollo, www.iadb.org/en/project/PR-L1156 (consultado en julio de 2021).

BID (1974), “TC7408223: Complejo Hidroeléctrico Itaipú”, Banco Interamericano de Desarrollo, www.iadb.org/es/project/TC7408223 (consultado en julio de 2021).

BID (1967), “PR0047: Proyecto Hidroeléctrico Acaray I”, Banco Interamericano de Desarrollo, www.iadb.org/es/project/PR0047 (consultado en julio de 2021).

INPASA (2019), “Inpasa del Paraguay S.A.”, Industria Paraguaya de Alcoholes S.A., www.inpasa.com.py/es/empresa (consultado en julio de 2021).

IRENA (2021a), *Renewable capacity statistics 2021* (Estadísticas de Capacidad Renovable 2021), Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi, www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2021.pdf (consultado en julio de 2021).

IRENA (2021b), *World energy transitions outlook: 1.5°C pathway* (Perspectiva mundial de las transiciones energéticas: ruta de 1,5 °C), Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi, https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2021.pdf

IRENA (2021c), *Climate action with renewables: Enhancing Nationally Determined Contributions* (Acción climática con energías renovables: mejora de las contribuciones determinadas a nivel nacional), Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi, www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Topics/Climate-Change/IRENAClimateActionBrochureV17.pdf.

IRENA (2021d), *Renewable Power Generation Costs in 2020* (Costos de generación de electricidad renovable en 2019), Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi, <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2020> (consultado en julio de 2021).

IRENA (2020), *Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050* (Perspectiva global de energías renovables: transformación energética 2050), Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi, <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020> (consultado en julio de 2021).

Agencia IP (2021), “ANDE construirá primera planta de energía solar en Paraguay”, Agencia de Información Paraguaya, www.ip.gov.py/ip/ande-construira-primera-planta-de-energia-solar-en-alto-paraguay (consultado en julio de 2021).

Agencia IP (2018), “Alcoholera en San Pedro inicia producción para abastecer demanda nacional”, Agencia de Información Paraguaya, www.ip.gov.py/ip/alcoholera-de-san-pedro-inicia-produccion-para-satisfacer-demanda-local-combustibles (consultado en julio de 2021).

Itaipú Binacional (2018), *Informe mensual de gestión, septiembre 2018*, Asunción, https://die.itaipu.gov.py/die/files/files2016/file/9_ER_GP_INFORME%20SETIEMBRE%202018%20ERGP%20vF.pdf (consultado en agosto de 2020).

Itaipú Binacional (2017), “Pesquisa, desarrollo e innovación”, www.itaipu.gov.br/sites/default/files/rs2015/es/2017/pesquisa-innovacion.html (consultado en julio de 2021).

Itaipú Binacional (2011a), *Atlas del potencial hidroenergético del Paraguay Vol. II*, Asunción, www.ssm.gov.py/vmme/pdf/eficiencia/AtlasRHPYVol_II.pdf (consultado en agosto de 2020).

Itaipú Binacional (2011b), *Atlas del potencial hidroenergético del Paraguay Vol. I*, Asunción, www.geologiadelparaguay.com.py/ITAIPU%20VOLUMEN%20I%20CUENCAS%20HIDRICAS.pdf (consultado en julio de 2021).

MADES (2021), *NDCs de la República del Paraguay*, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, <http://dncc.mades.gov.py/ndcs-de-la-republica-del-paraguay> (consultado en julio de 2021).

MADES (2019), *Inventario nacional de gases de efecto invernadero*, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Asunción, <http://dncc.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/10/Resumen-del-cap%C3%ADtulo-del-INGEI-del-Segundo-Informe-Bienal-de-Actualización-del-Paraguay---IBA2.pdf> (consultado en agosto de 2021).

MIC (2019), “Instalarán planta de biocombustibles en Paraguay”, Ministerio de Industria y Comercio, www.mic.gov.py/mic/w/contenido.php?pagina=2&id=1255 (consultado en julio de 2021).

MIC (2018), “Base de datos estadísticos del MIC 2018”, Ministerio de Industria y Comercio, www.mic.gov.py/mic/w/mic/pdf/BaseDatos_201811-Nov.xlsx (consultado en julio de 2021).

MOPC (2021a), “M.O.P.C. N.º 1366/2021”, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Asunción.

MOPC (2021b), “M.O.P.C. N.º 1060/2021”, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Asunción.

MOPC (2019), “Mapa energético del Paraguay, Base cartográfica: disergemil, Elipsoide: sistema geodésico WGS 84, Paraguay”, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Asunción.

OLADE (2020), *Análisis de la sustitución de combustibles del sistema de transporte fluvial de la hidrovía Paraguay-Paraná*, Organización Latinoamericana de Energía, www.olade.org/publicaciones/analisis-de-sustitucion-de-combustibles-del-sistema-de-transporte-fluvial-de-la-hidrovia-paraguay-parana (consultado en agosto de 2021).

PETROPAR (2019), "Planta Industrial Mauricio José Troche", www.petropar.gov.py/index.php/travel/planta-mauricio-j-troche (consultado en julio de 2021).

República del Paraguay (2021), "Leyes Paraguayas, presupuesto general de la nación para el ejercicio fiscal 2010, 2016, 2017, 2018 y 2019", www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas (consultado en julio de 2021).

República del Paraguay (2017a), "Ley N.º 5984, que aprueba el estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables", <http://silpy.congreso.gov.py/ley/138715> (consultado en agosto de 2021).

República del Paraguay (2017b), "Ley N.º 5875, Nacional de Cambio Climático", www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/8712/ley-n-5875-nacional-de-cambio-climatico (consultado en agosto de 2020).

República del Paraguay (2014), "Ley N.º 5169, crea la Autoridad Reguladora Radiológica y Nuclear", www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/2945/ley-n-5169-crea-la-autoridad-reguladora-radiologica-y-nuclear (consultado en agosto de 2021).

República del Paraguay (2007a), "Ley N.º 3254 marco regulador del gas natural", www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/3301/ley-n-3254-marco-regulador-del-gas-natural (consultado en agosto de 2021).

República del Paraguay (2007b), "Ley N.º 3239 de los recursos hídricos del Paraguay", www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/2724/de-los-recursos-hidricos-del-paraguay (consultado en agosto de 2021).

República del Paraguay (2006), "Ley N.º 3009, de la producción y transporte independiente de energía eléctrica", www.bacn.gov.py/archivos/2092/20131031121528.pdf (consultado en agosto de 2020).

República del Paraguay (1995), "Ley N.º 779, por la cual se establece el régimen legal para la prospección, exploración y explotación de petróleo y otros hidrocarburos", www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/2480/ley-n-779-modifica-la-ley-no-675-de-hidrocarburos-de-la-republica-del-paraguay-por-la-cual-se-establece-el-regimen-legal-para-la-prospeccion-exploracion-y-explotacion-de-petroleo-y-otros-hidrocarburos (consultado en agosto de 2021).

República del Paraguay (1973), "Ley N.º 422, Forestal", www.infona.gov.py/application/files/8414/2893/9388/Ley_N_422_Forestal.pdf (consultado en agosto de 2021).

República del Paraguay (1964), "Ley N.º 966, Que crea la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) como ente autárquico y establece su carta orgánica", www.ande.gov.py/documentos/carta_organica/LEY-966.pdf (consultado en agosto de 2020).

SEAM (2016), *Plan nacional de adaptación al cambio climático*, Secretaría de Ambiente, Asunción, www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/Plan%20Nacional%20de%20Adaptación%20al%20Cambio%20Climático_Paraguay_final.pdf (consultado en julio de 2021).

SIEN (2019), "Balances energéticos", Sistema de Información Energética Nacional, www.ssme.gov.py/vmme/nuevosien/index.html (consultado en julio de 2021).

SIL (2021), "Proyecto de ley: Que regula la producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables no convencionales (ERNC) no hidráulicas", Sistema de Información Legislativa de Paraguay, <http://silpy.congreso.gov.py/expediente/123627> (consultado en agosto de 2021).

SNPP (2020), "Aprendices del MoPaDual del SNPP realizan evaluaciones de práctica profesional en la ANDE", Servicio Nacional de Promoción Profesional, www.snpp.edu.py/noticias-snpp/13285-aprendices-del-mopadual-del-snpp-realizan-evaluaciones-de-practica-profesional-en-la-ande.html (consultado en julio de 2021).

STP (2019), “Presentaron proyecto regional de electromovilidad”, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, www.stp.gov.py/v1/presentaron-proyecto-regional-de-electro-movilidad (consultado en julio de 2021).

STP (2017), “Pobreza, Reforestación, Energía y Cambio Climático (PROEZA”, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, www.stp.gov.py/v1/marco-ambiental-y-social-del-proyecto-proeza (consultado en julio de 2021).

STP (2014a), *Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030*, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf (consultado en julio de 2021).

STP (2014b), “Residuos sólidos”, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, www.stp.gov.py/pnd/ejes-estrategicos/diagnosticos/residuos-solidos (consultado en julio de 2021).

CMNUCC (2021), *Actualización de la NDC de la República del Paraguay*, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Bonn, www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/ACTUALIZACIÓN%20DE%20LA%20NDC%20DEL%20PARAGUAY_Versión%20Final.pdf (consultado en julio de 2021).

CMNUCC (2018), *Paraguay. Biennial update report (BUR). BUR 2*, (Paraguay. Informe bienal de actualización (IBA). IBA2), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Bonn, <https://unfccc.int/documents/192198> (consultado en julio de 2021).

CMNUCC (2016), “NDC Registry Paraguay” (Registro de NDC Paraguay), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Party.aspx?party=PRY (consultado en julio de 2021).

PNUD (2020), “Informe nacional sobre desarrollo humano Paraguay 2020: Desarrollo humano y energía”, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, www.py.undp.org/content/paraguay/es/home/library/informe-nacional-sobre-desarrollo-humano---paraguay-2020--desarr.html (consultado en julio de 2021).

PNUD (2018), “Presidente apoyó inicio de mejoras en planta de Mauricio José Troche con apoyo del PNUD”, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, www.py.undp.org/content/paraguay/es/home/presscenter/pressreleases/2018/12/07/presidente-apoy-inicio-de-mejoras-en-planta-de-mauricio-jos-troche-con-apoyo-del-pnud.html (consultado en julio de 2021).

VMME (2021), “Hacia la ruta del Hidrógeno Verde en Paraguay”, Viceministerio de Minas y Energía, www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=2064&Itemid=552 (consultado en agosto de 2021).

VMME (2020a), *Balance energético nacional 2020*, Viceministerio de Minas y Energía, Asunción, www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1805&Itemid=618 (consultado en julio de 2021).

VMME (2020b), *Informe preliminar de energía eléctrica 2020*, Viceministerio de Minas y Energía, Asunción, www.ssme.gov.py/vmme/pdf/Balance2019/Informe%20Preliminar%20de%20Energia%20Elctrica%202020.pdf (consultado en julio de 2021).

VMME (2019a), *Balance energético nacional 2018*, Viceministerio de Minas y Energía, Asunción, www.ssme.gov.py/vmme/pdf/Balance2018/BENpy2018-Estadistico.pdf (consultado en julio de 2021).

VMME (2019b), “Organigrama Viceministerio de Minas y Energía 2019”, Viceministerio de Minas y Energía, www.ssme.gov.py/vmme/images/organigrama/organigrama01-2019n.png (consultado en julio de 2021).

VMME (2017), *Balance energético nacional 2016*, Viceministerio de Minas y Energía, Asunción, www.ssme.gov.py/vmme/pdf/balance2016/BEN%202016.pdf (consultado en julio de 2021).

VMME (2016), "Decreto N.º 6092, Política Energética de la República del Paraguay", Viceministerio de Minas y Energía, Asunción, [www.ssme.gov.py/vmme/pdf/decretos/Anexo%20Decreto%206.092-2016\(B\).pdf](http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/decretos/Anexo%20Decreto%206.092-2016(B).pdf) (consultado en agosto de 2020).

VMME (2012), *Balance energético nacional 2011*, Viceministerio de Minas y Energía, Asunción, www.ssme.gov.py/vmme/pdf/balance2011/BEN2011Paraguay-JULIO%202012.pdf (consultado en julio de 2021).

Banco Mundial (2020a), "Population growth (annual %) – Latin America & Caribbean" (Crecimiento de la población (% anual) – América Latina y el Caribe), <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW?locations=ZJ> (consultado en julio de 2021).

Banco Mundial (2020b), "GDP growth (annual %) – Paraguay" (Crecimiento del PIB (% anual) - Paraguay), <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=PY> (consultado en julio de 2021).

Banco Mundial (2020c), "Overview Paraguay" (Resumen de Paraguay), www.worldbank.org/en/country/paraguay/overview (consultado en julio de 2021).

Banco Mundial (2020d), "Global Economic Monitor" (Monitor Económico Global), <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/global-economic-monitor> (consultado en julio de 2021).k (2020)



Notas:



P.O. Box 236
Abu Dhabi, United Arab Emirates
Tel: +971 2 4179000
www.irena.org

Copyright © IRENA

