

# Evaluación y Planificación del Sector Energético del Paraguay: Vías de Descarbonización

## Resumen ejecutivo



 COLUMBIA CLIMATE SCHOOL  
THE EARTH INSTITUTE



Columbia Center  
on Sustainable Investment

A JOINT CENTER OF COLUMBIA LAW SCHOOL  
AND THE EARTH INSTITUTE, COLUMBIA UNIVERSITY



COLUMBIA | ENGINEERING  
The Fu Foundation School of Engineering and Applied Science



crece



SUSTAINABLE DEVELOPMENT  
SOLUTIONS NETWORK  
A GLOBAL INITIATIVE FOR THE UNITED NATIONS



BANCO DE DESARROLLO  
DE AMÉRICA LATINA



TETĀ VIRU  
MOHENDAPY  
Motenondeha

Ministerio de  
HACIENDA

Noviembre de 2021

## Lea el informe completo

<http://ccsi.columbia.edu/content/paraguay-energy>

## Resumen ejecutivo

La energía hidroeléctrica es la principal fuente de generación de electricidad de Paraguay y una de sus principales exportaciones. Para aprovechar todos los beneficios de su abundante dotación de energía renovable de bajo costo, Paraguay necesita una red de transmisión resistente, un sistema de distribución eficiente, un marco de políticas públicas adecuado y un mercado energético sudamericano integrado, entre otras reformas.<sup>1</sup>

Ante la próxima revisión prevista del Anexo C del Tratado de Itaipú, el Gobierno de Paraguay constituyó un equipo negociador interministerial para preparar la renegociación. Con el mismo espíritu, el gobierno, a través del Ministro de Hacienda, ha pedido al profesor Jeffrey Sachs y a su equipo que revisen el estudio de 2013 publicado por el *Earth Institute* (Instituto de la Tierra) de la Universidad Columbia,<sup>2</sup> a raíz de una cooperación no reembolsable del Banco de Desarrollo de América Latina.

Este informe integra los resultados de tres modelos energéticos con los hallazgos de la revisión de literatura y entrevistas a expertos. Proporciona recomendaciones para que Paraguay reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para cumplir con sus compromisos de cambio climático en el marco del Acuerdo de París mediante la descarbonización de los sectores de uso de energía del país para el año 2050 a través de la electrificación en base a inversiones de carbono cero en toda la economía, ganancias masivas de eficiencia energética, cambios de comportamiento y reformas institucionales. Entender lo que se necesita para que Paraguay se descarbonice contribuirá para debatir las opciones políticas que rodean la

revisión de la tarifa, entre otras cuestiones en juego en la renegociación del Anexo C.

## 1 Tendencias en el desarrollo energético

Contándose 191 países que han ratificado el Acuerdo de París, el mundo se ha comprometido a la descarbonización, y las tecnologías están apoyando este cambio.

Desde el estudio de 2013, los costos de la tecnología de la energía solar y eólica han bajado drásticamente y ahora son competitivos con los combustibles fósiles sobre una base no subvencionada. En el sector del transporte público, los autobuses eléctricos ya tienen un precio competitivo, y las proyecciones estiman que, para 2030, el 84% de las ventas mundiales de autobuses serán eléctricas. Los precios de los vehículos eléctricos ligeros han bajado y se prevé que las ventas mundiales superen a las de los coches tradicionales con motor de combustión interna a mediados de la década de 2030 (*véase el capítulo 6*). Además, hay una serie de tecnologías importantes para convertir la energía renovable de alta calidad en otras fuentes de energía limpia, como el hidrógeno verde, los líquidos sintéticos y el metano sintético para la industria pesada, el transporte marítimo y el transporte de mercancías. Los códigos de construcción también están evolucionando en todo el mundo para promover la eficiencia energética y el uso inteligente de la energía (*véase el capítulo 4*).

Al 2020, 134 países se han comprometido a alcanzar objetivos cuantificados de energías renovables en el sector energético, mientras que 44 países y la Unión Europea –que representan conjuntamente aproximadamente el 70% del PIB mundial y de las emisiones de CO<sub>2</sub>– se han comprometido a alcanzar un objetivo de emisiones netas cero, segundo datos de abril de 2021. Este informe considera la descarbonización llegando a cero emisiones (en lugar de “cero neto”), haciendo hincapié en la necesidad de dar prioridad a la eliminación progresiva del uso de combustibles fósiles en el sector energético, al tiempo que reconoce que soluciones basadas en la naturaleza para secuestrar el CO<sub>2</sub> en la vegetación y los suelos también serán necesarias para lograr emisiones netas negativas de CO<sub>2</sub> en el futuro. La descarbonización implicará el uso generalizado de la electricidad con cero emisiones de carbono, electrificando cerca del 50% del uso final; el uso de combustibles verdes basados en el hidrógeno verde y los biocombustibles (es decir, combustibles producidos con electricidad con cero emisiones de carbono); la implementación de la captura, el uso y el almacenamiento de carbono si es necesario o económico en algunos sectores

1 Este resumen ejecutivo incluye referencias cruzadas a los capítulos y secciones del informe completo que tratan los temas resumidos. Para conocer las fuentes de datos y todas las demás referencias que respaldan este estudio, consulte las notas del informe completo.

2 Perrine Toledano, Nicolas Maennling, José Acero, Sebastien Carreau, Charlotte Gauthier y Paloma Ruiz, *Leveraging Paraguay's Hydropower for Sustainable Economic Development* (Nueva York: Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI), 2013), <http://ccsi.columbia.edu/work/projects/leveraging-paraguays-hydropower-for-sustainable-economic-development>.

difíciles de eliminar; y la garantía de ganancias masivas en la eficiencia energética.

Paraguay ha avanzado en la dirección correcta para aprovechar este cambio tecnológico hacia energías modernas y limpias. En 2014, Paraguay estableció objetivos de energía renovable en su Plan Nacional de Desarrollo 2014-2030, comprometiéndose a aumentar su consumo de energía renovable en un 60% y a reducir el consumo de combustibles fósiles en un 20% (incluyendo un 10% que está condicionado al apoyo internacional), objetivos que también están incluidos en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) del país en 2016 bajo el Acuerdo de París, que el gobierno pretende actualizar en 2021. Estas metas también están incluidas en la Política Energética Nacional 2040 aprobada por el Decreto N° 6092/2016. Mediante la Ley N° 5681/2016, el Congreso de Paraguay aprobó la incorporación del Acuerdo de París al derecho positivo. Además, en el 2018 la Secretaría de Medio Ambiente se transformó en Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y se dotó de una Oficina Nacional de Cambio Climático (ver Capítulo 1). El país también ha estado debatiendo o ya ha adoptado políticas y leyes para fomentar la inversión o el consumo de tecnologías verdes (como la apertura de la generación a los productores independientes de energía [PIE], el fomento de la compra de vehículos eléctricos y el etiquetado de electrodomésticos eficientes), y se han sentado las bases para desplegar una red eléctrica inteligente en tres años. A

pesar de estos pasos en la dirección correcta, siguen existiendo muchos desafíos. La realidad más preocupante es que la electricidad de origen renovable del país, cercana al 100%, sigue representando solo una proporción pequeña e insuficiente –el 17%– de la demanda final de energía de Paraguay (véase el capítulo 2), ocupando el tercer lugar después de la biomasa (43%) y los combustibles fósiles (40%) en 2019 (véanse los capítulos 5 y 6).

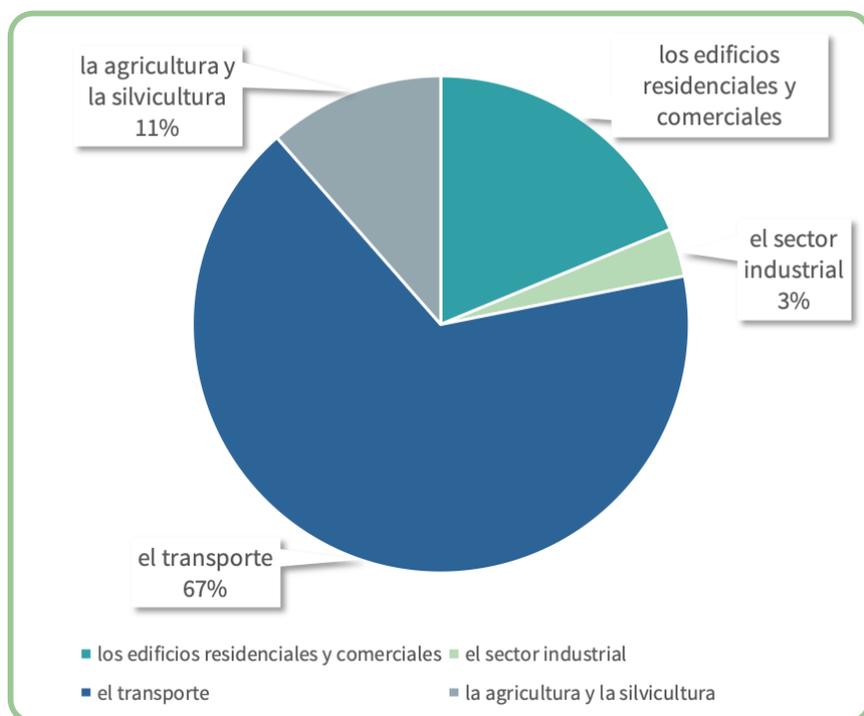
En comparación con el resto de América Latina y el Caribe, Paraguay ocupa el décimo lugar en términos de emisiones totales de GEI en 2018, excluyendo el cambio de uso de la tierra y la silvicultura, y el octavo en términos per cápita, con 7,07 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>e) per cápita (ver Capítulo 1). Una abrumadora mayoría de las emisiones de GEI de Paraguay provienen del sector agrícola, a través de la fermentación entérica y las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados y el cambio de uso de la tierra a través de la deforestación. Si bien estos son sectores críticos que el gobierno de Paraguay debe considerar para reducir las emisiones de GEI del país, está fuera del alcance de este informe profundizar en las recomendaciones para mitigar las prácticas agrícolas no relacionadas con la energía que causan emisiones de GEI, o modelar el impacto adicional de los GEI del cambio de uso de la tierra.

Además de analizar cómo mejorar la calidad del suministro eléctrico para mejorar la fiabilidad, especialmente en un contexto de mayor electrificación, este informe se cen-

### Figura 1:

Potencial de calentamiento global de los sectores de uso de la energía en el punto de emisión en %, 2018

Fuente: Elaborado por los autores con LEAP.



tra en los cuatro sectores de uso de la energía que causan la mayor parte de las emisiones de GEI 1) el transporte, 2) los edificios residenciales y comerciales, 3) la agricultura y la silvicultura (uso de maquinaria por parte de estos sectores), y 4) el sector industrial. La Figura 1 presenta la participación de cada uno de estos sectores en las emisiones totales de GEI de Paraguay en 2018, expresada en términos de Potencial de Calentamiento Global (PCG), que llegó a 9,6 MtCO<sub>2</sub>e.

Utilizando el software de la Plataforma de Análisis de Bajas Emisiones (LEAP) y un escenario conservador de una tasa anual promedio de crecimiento económico del 3,3% entre 2018 y 2050, se desarrolló un modelo para mapear la trayectoria de las emisiones de GEI para el 2050 que resultaría de la implementación de las políticas declaradas por el Paraguay, como la Política Nacional de Energía 2040 del Viceministerio de Minas y Energía (VMME) y el Plan Nacional de Desarrollo de Paraguay para el 2030. En el Escenario de Políticas Declaradas, Paraguay puede esperar un aumento de las emisiones de GEI hasta 2050.

## 2 Escenarios de cambio a gran escala

Para destacar las políticas necesarias para la descarbonización en base a cero emisiones de los sectores de uso de la energía en Paraguay, este informe presenta tres escenarios para la matriz de demanda de energía final de Paraguay de 2018 a 2030, 2040 y 2050 basados en el software LEAP de libre acceso y los datos de referencia disponibles al 2018.

1. El Escenario 1, el Escenario de Continuidad (*Business as Usual* [BAU]), mantiene las tendencias de la demanda de energía basadas en datos históricos y no considera ninguna política energética adicional (más allá de las aprobadas y comprometidas recientemente).
2. El Escenario 2 supone la aplicación de políticas energéticas que conduzcan a niveles moderados de electrificación de los usos finales, así como a un elevado suministro de biomasa para calefacción en el sector industrial, el transporte no electrificado y algunas prácticas culinarias tradicionales restantes. Este uso elevado de la biomasa implicará probablemente la conversión del uso de la tierra. Este escenario también asume que los hidrocarburos persistirían en la industria y el transporte, una suposición que requeriría el secuestro de CO<sub>2</sub> (no asumido aquí) para cumplir el objetivo de cero emisiones para el 2050 en consonancia con el límite de calentamiento de 1,5°C del Acuerdo de París.
3. El Escenario 3, el Escenario de Cero Emisiones, supone que existen políticas energéticas aún más fuertes para que el Paraguay logre una descarbonización efectiva en el sector energético para el 2050. El Escenario 3 asume una electrificación agresiva del uso final y un nivel moderado de suministro de biomasa para fines de calefacción en el sector industrial, el transporte no electrificado y terminar la tradición de cocinar con biomasa. Los únicos hidrocarburos que persisten en este modelo son los que se suponen necesarios como parte del combustible para la aviación.

El Escenario 1 estima que Paraguay experimentaría un aumento de casi 2,5 veces, pasando de 8,1 MtCO<sub>2</sub>e en 2018 a 20,13 MtCO<sub>2</sub>e en 2050 si no se toman medidas. Si el país hace hincapié en la biomasa sostenible certificada para alcanzar las cero emisiones, Paraguay reduciría las emisiones a 1,54 MtCO<sub>2</sub>e. En el modelo ideal, el Escenario 3, Paraguay maximizaría la electrificación y, por lo tanto, reduciría las emisiones a 0,43 MtCO<sub>2</sub>e en 2050;

las emisiones restantes están directamente relacionadas con el combustible de hidrocarburos para aviones, que para entonces pueden ser eliminadas por tecnologías no consideradas en este documento (por ejemplo, la electrificación de los vuelos de corta distancia y los combustibles sintéticos para la aviación).

Entre todos los tipos de fuentes de energía, se prevé que la electricidad aumente en mayor medida en los Escenarios 2 y 3. En concreto, para el 2050 la electricidad experimenta un aumento de 14 puntos porcentuales en su participación de uso energético en el Escenario 2 y un aumento de 23 puntos porcentuales en el Escenario 3 en comparación con su participación de uso energético en el escenario 1. Sin embargo, su demanda varía significativamente según el sector. En particular, mientras que los sectores residencial y comercial son los mayores consumidores de electricidad en 2050 en el Escenario 1, son superados por los sectores industrial y de transporte en los Escenarios 2 y 3, que se benefician de las nuevas tecnologías y de las políticas diseñadas para exigir el uso de la electricidad.

### 3 Desafíos sectoriales para descarbonizar el perfil de la demanda energética

A continuación se resumen los principales retos de cada sector relacionados con la descarbonización.

#### Sector eléctrico

- Sigue habiendo un número insuficiente de líneas de transmisión de alta tensión a pesar de la inversión en dos líneas críticas de 500 kV en los últimos ocho años (Itaipú-Villa Hayes y Yacretá-Villa Hayes).
- Las pérdidas totales del sistema siguen siendo bastante elevadas, en torno al 25,8% de la electricidad disponible (frente al 15,6% en América Latina), mientras que las pérdidas de distribución representan casi el 80% de las pérdidas totales.
- El crecimiento de la demanda máxima está impulsado por el consumo de unidades de aire acondicionado ineficientes en el sector residencial. El sistema ya tiene dificultades para satisfacer la creciente demanda máxima, lo que provoca cortes de electricidad especialmente durante los meses de verano.
- La ANDE tiene pocos incentivos para adaptarse adecuadamente a estos cambios.

- La fijación de las tarifas es una tarea política, además de políticamente sensible, y actualmente las tarifas apenas se fijan por encima del nivel de recuperación de costos, es decir, el costo total del suministro de electricidad más las inversiones necesarias para ampliar y mejorar el suministro.
- La ANDE sufre el riesgo cambiario inherente a sus flujos de ingresos, ya que prácticamente el 54% de los gastos de ANDE son en USD y el 88% de sus ingresos son en PYG.
- La crisis de COVID-19 ha degradado las finanzas de la ANDE y su deuda ha alcanzado los 1.400 millones de dólares; incluso una eventual disminución de la tarifa de Itaipú no restablecería de forma duradera la salud financiera de la ANDE.
- Al mismo tiempo, la ANDE no se ha sometido a una revisión contable externa, por lo que la transparencia de su balance es limitada.
- La falta de un Ministerio de Energía robusto y dotado de capacidad administrativa para supervisar la estrategia del sector, exigir medidas de eficiencia energética en toda la economía y hacer que la ANDE rinda cuentas de sus resultados obstaculiza la reforma del sector eléctrico y la electrificación más amplia de la economía.

#### La crisis de la oferta relacionada con la demanda máxima

- La capacidad de generación actual de Paraguay será insuficiente para satisfacer la demanda para entre el 2028 y el 2033, teniendo en cuenta los picos de demanda ("supply crunch").
- El sistema eléctrico paraguayo funciona utilizando grandes bloques de electricidad en cualquier momento para satisfacer la demanda máxima; por ello, este sistema es muy costoso.
- El anual pico de demanda más alto se produce durante el verano a última hora de la noche, lo que hace que la penetración de la energía solar sea menos eficaz si no se tienen en cuenta el almacenamiento, los programas de reducción de la demanda, la complementariedad con la energía hidráulica y la integración regional.

- La propuesta de un mercado regional de la electricidad –Sistema de Integración Energética del Sur (SIESUR)– estructurado en torno a una serie de líneas de transmisión internacionales es prometedora, pero está llena de posibles escollos si no existe un sistema de regulación y gobernanza adecuado.
- El establecimiento de un sector internacional de comercio de energía que proporcione estabilidad energética y pague precios competitivos por la electricidad sin comprometer la seguridad eléctrica nacional es un reto fundamental. Las negociaciones y resoluciones con Argentina, Brasil y Uruguay, entre otros, son necesarias para que ese mercado regional llegue a buen puerto, pero avanzan lentamente.

### Construcción y eficiencia energética

- La creación del Comité Nacional de Eficiencia Energética en 2011 contribuyó a instalar la eficiencia energética dentro del gobierno, pero una serie de obstáculos y límites al poder del comité han hecho que no pueda hacer cumplir las decisiones.
- El rol de la eficiencia energética es asumido a grandes rasgos por varios ministerios, sin que haya un líder claro en materia de regulación desde el punto de vista de la financiación. Como resultado, el sector de la construcción sufre mucho por la falta de directrices de eficiencia debidamente aplicadas tanto para la selección de materiales (en el caso de los edificios nuevos), como para las adaptaciones subvencionadas (en el caso de los edificios existentes) y los programas de incentivos para los electrodomésticos eficientes.
- Los edificios residenciales representan un problema acuciante para Paraguay debido a la alta concentración de carga, relacionada sobre todo con el elevado consumo de aparatos de aire acondicionado ineficientes.
- El único programa de exención fiscal existente que fomenta la construcción sostenible se encuentra en Asunción y experimenta una aceptación muy lenta por no estar adaptado a los edificios de tamaño pequeño y mediano y no formar parte de una visión coherente más amplia y un paquete normativo sobre edificios sostenibles.

### Uso de la tierra y sector de la biomasa

- La biomasa, específicamente la leña, es la mayor fuente de combustible consumida en Paraguay, con un 43% de la demanda final de energía. Sólo el 17% de la demanda de leña se cubre con madera procedente de bosques gestionados.
- El país sigue eliminando bosques a una de las tasas más altas de toda Sudamérica, con unas 325.000 hectáreas al año, sobre todo en la región del Chaco Occidental. La expansión del pastoreo de ganado es una razón importante; otra se debe al fácil acceso a los bosques no gestionados y a los bajísimos precios de la leña.
- Casi el 73% del consumo de biomasa procede de la leña y el carbón vegetal en 2019. Las fuentes de energía de biomasa representaron el 80,3% del consumo energético del sector industrial en 2019, y la proporción de energía de biomasa en el sector industrial ha aumentado desde el año 2000. Las cocinas rurales siguen dependiendo en gran medida de la biomasa.
- La gran mayoría de la población rural no puede acceder a aparatos eléctricos eficientes para abandonar la leña para cocinar, y el sector no tiene el incentivo normativo o económico para cambiar la biomasa por la energía limpia para sus necesidades térmicas.
- Una política bien redactada no puede aplicarse eficazmente debido a la falta de supervisión administrativa y a la falta de coordinación interministerial, lo que empantana los intentos de reducir la deforestación.

### Sector del transporte

- Los combustibles importados, como el gasoil y la gasolina, no sólo cuestan al país 1.300 millones de dólares al año y agravan el riesgo cambiario de Paraguay, sino que también hacen que el sector del transporte sea el mayor emisor de GEI entre los usos finales de la energía en el país, representando aproximadamente el 67% de las emisiones de GEI derivadas del uso de la energía.
- Los esfuerzos realizados hasta ahora para impulsar al transporte público electrificado no han tenido éxito, incluidos los intentos de un proyecto de Bus Rapid Transit en Asunción, los proyectos ferroviarios de Ferrocarriles del Paraguay S.A. (FEPASA) y una flota

de autobuses eléctricos, que hasta la fecha sólo se ha sustituido parcialmente.

- La falta de requisitos mínimos de eficiencia en el consumo de combustible y de sanciones por importar vehículos de hasta 10 años –la edad más avanzada de los vehículos importados en Sudamérica– dificulta mucho la electrificación de los coches particulares. Algunos proyectos de ley que incentivan la penetración de los vehículos eléctricos siguen en el Congreso.
- La expansión de un mercado de hidrógeno verde tiene potencial para proporcionar un combustible alternativo para el transporte pesado, pero no existe una infraestructura instalada ni una política de regulación para que este tipo de industria se desarrolle.
- La producción de soja, que podría utilizarse para la producción de biocombustibles, está orientada a la exportación; la producción de biocombustibles depende de unos pocos cultivos alimentarios cuyos rendimientos productivos son bajos y no están suficientemente supervisados para evitar el riesgo de exacerbar la deforestación o la conversión del uso de la tierra.

#### Retos de financiación

- Las inversiones en el sector energético previstas en el último plan maestro de la ANDE ascienden a unos 6.300 millones de dólares hasta 2030, de los cuales 1.200 millones corresponden a la generación, 3.000 millones a la transmisión y 2.100 millones a la distribución. La inversión en generación hasta 2040 costará 3.500 millones de dólares. Las obras de información y telecomunicaciones costarán 218 millones de dólares hasta 2025. El importe global del plan maestro es de 9.000 millones de dólares, y las fuentes de financiación siguen sin estar claras.
- Aunque la disciplina fiscal del Gobierno de Paraguay ha mejorado enormemente con la Ley de Responsabilidad Fiscal de 2013, siguen existiendo algunos problemas en la gestión de las finanzas públicas: falta de rendición de cuentas a nivel municipal, crecimiento de los salarios públicos no correlacionado con el aumento de las competencias, débil participación pública y una baja relación efectiva entre impuestos y PIB, que actualmente es del 14% en comparación con la media latinoamericana del 23%.

- También hay una falta de un marco para la participación del sector privado en el sector de la energía verde: ley orgánica anticuada de la ANDE, retraso en la aprobación del decreto de aplicación (Decreto n° 5226/2021) de la ley de garantía soberana (Ley n° 6324/2019), ley de PPI mal diseñada (Ley n° 3009/2006), dificultad de acceso a la financiación y falta de incentivos fiscales.
- Los retos de la financiación de la descarbonización del sector energético se ven ahora agravados por la pandemia de la COVID-19, que hará que el déficit fiscal pase del 1,7% en 2019 al 6,5% en 2020. Además, el paquete de recuperación no incluye ninguna disposición específica para promover el crecimiento verde, lo que supone una oportunidad perdida para la descarbonización.
- Hay presiones políticas para que al finalizar el pago de la deuda de Itaipú se traduzca en una reducción de las tarifas para el consumidor, lo que podría privar a Paraguay de unos recursos muy necesarios.

#### 4 Recomendaciones para todos los sectores y niveles de gobierno

Este informe presenta seis ideas generales para una visión de la vía de descarbonización del sector energético de Paraguay:

1. El escenario de cero emisiones de 2050 es factible y deseable. Debe crearse un Ministerio de Energía sólido y capacitado para supervisar la descarbonización del sector energético. La descarbonización debe ser implementada por una ANDE reformada que sea financieramente saludable y operativamente moderna, digitalizada en los servicios que proporciona, y abierta a la participación del sector privado en la generación y distribución de electricidad.
2. El plan maestro de la ANDE debe prever una necesidad masiva de electrificación de los usos finales (vehículos, electrodomésticos, hogares e industria), alineada con el escenario de cero emisiones de 2050. Esta necesidad debe traducirse en inversiones masivas en generación moderna y limpia, principalmente centrales hidroeléctricas binacionales y generación solar combinada con baterías.

3. Para minimizar la inversión en generación y garantizar un crecimiento equilibrado de la carga a medida que crece la demanda, se deben realizar esfuerzos en siete frentes:

- 1) Minimizar las pérdidas de la distribución comercial y no comercial mediante la digitalización
- 2) Despliegue de programas de respuesta a la demanda
- 3) Implantación de tecnologías de almacenamiento de bajo costo
- 4) Despliegue de programas de incentivos para electrodomésticos eficientes
- 5) Despliegue de la infraestructura blanda y dura de un mercado energético regional
- 6) Fomentar el transporte público frente al privado
- 7) Buscar sistemáticamente el aumento de la eficiencia en todos los usos finales de la energía y desarrollar políticas aplicables asociadas (por ejemplo, códigos de construcción, normas de eficiencia)

4. También hay que introducir el hidrógeno verde y otros combustibles verdes para dejar de depender de la biomasa insostenible y los combustibles fósiles.

5. La deforestación de los bosques no manejados debe detenerse de inmediato, y el desarrollo de combustibles verdes debe implicar, en cambio, el aumento de los rendimientos y tipos de cultivos energéticos del Paraguay para uso doméstico prioritario, mientras se aplica la política de reforestación y el programa de certificación de biomasa crítica en fase de implementación desde julio de 2021.

6. Las fuentes de financiación para la descarbonización deberían provenir de ahorros relacionados con la eficiencia energética, reformas fiscales, sistemas sólidos de gestión de ingresos que eviten el despilfarro de gastos recurrentes, la emisión de bonos en condiciones favorables por parte de los socios de los bancos multilaterales de desarrollo (BMD) y a raíz de la amortización de la deuda de Itaipú, que no debería traducirse totalmente en una reducción de las tarifas al consumidor para la economía nacional.

Dado que la descarbonización de toda la economía implica cinco transiciones paralelas en 1) infraestructura, 2) economía energética, 3) uso de la tierra, 4) puestos de trabajo, y 5) leyes y políticas, a continuación se presentan recomendaciones políticas y tecnoeconómicas detalladas de acuerdo con estas transiciones. Se dirigen al Gobierno de Paraguay y se pretende que se adopten en plena colaboración con todas las partes interesadas, incluidos el sector privado, los agentes financieros y la sociedad civil.

#### Transición de la infraestructura

- Basar la transición de la infraestructura de Paraguay en cuatro pilares: 1) la expansión de las fuentes de generación de energía renovable, 2) la eficiencia energética, 3) la electrificación de los usos finales, y 4) la captura de carbono cuando sea necesario.
- Aprovechar la digitalización y la tecnología (incluidos los medidores inteligentes) tanto en el hardware como en el software, para garantizar que el funcionamiento sea eficiente (bajas pérdidas técnicas y no técnicas), fácil de gestionar (controlar el crecimiento, la carga de los activos y el mantenimiento), resistente (en caso de fallos, interrupciones) y ágil (abordar los cambios en la demanda y la oferta). Estas tecnologías no requieren avances tecnológicos y se puede aprovechar el talento nacional existente.
- Invertir masivamente en fuentes de energía con cero emisiones de carbono y movilizar la complementariedad de los proyectos binacionales y las plantas solares a escala de servicios públicos con almacenamiento en baterías, para hacer frente a la próxima crisis de suministro relacionada con los picos de demanda.
- Aplicar mecanismos e incentivos para garantizar un crecimiento equilibrado de la carga, especialmente en las horas del año en las que la red no experimenta picos de carga y, en última instancia, para garantizar que los factores de carga mejoran a medida que se produce el crecimiento de la carga: examinar los argumentos comerciales para introducir el almacenamiento de energía, como el almacenamiento hidráulico y térmico (por ejemplo, el almacenamiento de hielo), y los programas de reducción de la demanda como opciones para gestionar los picos de carga.
- Establecer la infraestructura dura y blanda de un mercado regional de la energía con los vecinos para

limitar la inversión excesiva en generación y garantizar al mismo tiempo la seguridad energética.

- Desarrollar estrategias para garantizar el aumento de la eficiencia en todos los usos finales de la energía, y examinar el déficit de financiación necesario para determinar qué incentivos políticos serían necesarios:

- En los edificios:

- Adoptar un código de edificación que obligue a adoptar patrones de construcción basados desde el principio en materiales de baja emisión de carbono, electrodomésticos eficientes energéticamente y tecnologías de almacenamiento y ampliar la adopción y promoción de certificaciones (por ejemplo, LEED).
- Considerar sistemáticamente la rentabilidad de recurrir a tecnologías eficientes para los nuevos edificios, como el almacenamiento de refrigeración por hielo en distritos térmicos combinado con la generación solar en los tejados.
- Reacondicionar los edificios existentes.
- Adoptar normas nacionales estrictas sobre eficiencia energética.
- Incentivar los electrodomésticos eficientes.
- Establecer precios dinámicos.

- En el transporte:

- Reactivar los proyectos de electrificación del transporte público de pasajeros (incluidos los sistemas de autobuses y ferrocarriles eléctricos, especialmente en el área metropolitana de Asunción).
- Llevar a cabo la planificación urbana y el diseño de las carreteras para facilitar un transporte público limpio, fiable y rápido.
- Anticipar el despliegue de la infraestructura de carga eléctrica para el transporte público y los vehículos eléctricos privados.
- Planificar una flota de vehículos ligeros totalmente eléctricos, haciendo hincapié en el uso compartido del coche y el transporte público para limitar la necesidad y la demanda de vehículos de propiedad individual.
- Avanzar en el pilotaje de la infraestructura de hidrógeno verde para vehículos pesados, desarrollando modelos de negocio que impliquen al gobierno, a los fabricantes e importa-

dores de camiones de hidrógeno y al negocio de la carga y el transporte.

- En la industria, optimizar la combinación de energía entre la biomasa sostenible y la electricidad, al tiempo que se modernizan todos los equipos para maximizar la eficiencia.

### Transición de la economía energética

- Adoptar medidas inmediatas para descarbonizar el sector energético de Paraguay de manera rentable y productiva, junto con el desarrollo del empleo y el bienestar, asegurándose de que las inversiones del lado de las empresas de servicios públicos aborden no sólo la generación, la transmisión y la distribución, sino también las necesidades de equipos de uso final del consumidor, especialmente las viviendas de las personas de escasos recursos.
- Crear un programa para la difusión a gran escala de electrodomésticos y dispositivos de uso final seguros, eficientes y subvencionados de forma inteligente para los pequeños y medianos consumidores, incluso para la cocina eléctrica y el calentamiento del agua. La electricidad a 20 USD/MWh es una quinta parte del costo de las garrafas de GLP al por menor, y ya existe la red de distribución (es decir, la red de la ANDE). Una adopción incentivada y bien diseñada a lo largo de varios años puede generar un cambio de prácticas, empezando por las poblaciones urbanas.
- Aprovechar los ingresos procedentes del ahorro energético y de la electrificación masiva del uso final de la energía para financiar la descarbonización del sector energético.
- Invertir en la descarbonización del país la ganancia anual singular que podría derivarse al finalizar el pago de la deuda de Itaipú (que corresponde al Gobierno de Paraguay, si la tarifa de Itaipú no se reduce tras un acuerdo bilateral ratificado, o a la ANDE, si la tarifa de Itaipú se reduce, aplicando las condiciones actuales del Anexo C), y considerar que el traspaso de la reducción de la tarifa de Itaipú a los consumidores probablemente deje a la ANDE en peor situación, con pocos beneficios para la economía paraguaya en general.
- Evaluar periódicamente las tarifas y subvenciones de la electricidad para mejorar efectivamente los índices de recaudación y aumentar los ingresos.

- Adoptar nuevos mecanismos de financiación, como los bonos de desarrollo sostenible, los bonos verdes, los bonos en moneda local que apalanquen los fondos de pensiones y los sistemas de impuestos sobre el carbono (impuesto sobre los combustibles, certificados de ecosistema subastables, etc.), aprovechando las experiencias positivas de otros países latinoamericanos.
- Aplicar cualquier aumento de la presión fiscal o del mantenimiento o de las tarifas eléctricas de forma transparente y combinada con incentivos para los hogares a fin de motivar el cambio de comportamiento (electrodomésticos eficientes, reforestación por parte de los propietarios de tierras, etc.) y garantizar la viabilidad política.
- Mejorar significativamente la capacidad del gobierno para recaudar de forma transparente el dinero de los impuestos y utilizarlo en bienes públicos y no en gastos recurrentes, para mantener la disciplina macroeconómica mientras se invierte en la transición energética.
- Trabajar con los países de altos ingresos socios de Paraguay para solicitar que los socios a largo plazo entre los BMD, como la CAF y el BID, apoyen la financiación del desarrollo a largo plazo aprovechando sus condiciones de mercado altamente favorables (como los largos plazos y los bajos tipos de interés) y trasladándolas a Paraguay como país receptor, permitiendo así que Paraguay se endeude a una escala y en unas condiciones similares a las que disfrutaban los países desarrollados.
- Solicitar a los donantes que mantengan y promuevan una regulación reforzada para las inversiones tanto públicas como privadas.
- Promover la inversión en energías limpias y en sectores industriales con cero emisiones de carbono en el país y la región –incluidas las baterías de iones de litio, las tecnologías de almacenamiento de hielo y los centros de datos– para crear un bucle de retroalimentación entre la industria y la energía, por el que la industria fije la demanda de electricidad y el desarrollo de capacidades y, a su vez, un sistema eléctrico sólido, limpio y moderno apoye la industrialización sólida y con cero emisiones de carbono del país.

### Transición del uso del suelo

- Planificar la política en torno al nexo clima-tierra-energía, dado que la descarbonización requiere tierras para la conservación de los bosques y el fin de la deforestación (con prioridad), sumideros de carbono en la tierra, materias primas de biomasa sostenibles y la ubicación de infraestructuras energéticas con cero emisiones de carbono.
- Aumentar los rendimientos de los cultivos energéticos en Paraguay, diversificar los cultivos energéticos, aplicar de manera consistente la política de reforestación y el programa de certificación de biomasa crítica en fase de implementación desde julio de 2021, y priorizar el uso interno sobre la exportación, para garantizar el suministro de biomasa para consumo directo y para la producción de biocombustibles y asegurar la sostenibilidad ambiental y social de los proyectos de biomasa y biocombustibles.
- Fomentar la reducción del consumo y la mayor eficiencia de la biomasa por parte de los sectores residencial e industrial, exigiendo niveles mínimos de eficiencia para los equipos, estableciendo cuotas de consumo de biomasa para uso energético, creando programas de incentivos para eliminar el consumo de biomasa por parte de las cocinas en las zonas urbanas, e introduciendo progresivamente el hidrógeno verde como combustible alternativo en el sector industrial.
- Vigilar la deforestación con drones y satélites aéreos, para poner fin inmediatamente a la deforestación de los bosques vírgenes; intensificar los esfuerzos de reforestación; y buscar apoyo internacional para la conservación de los bosques y la reforestación.

### Transición del empleo

- Promulgar políticas laborales y educativas para la reconversión y la mejora de las cualificaciones y proporcionar ayuda financiera para apoyar a los que pueden ser afectados negativamente a causa de la transición, en particular en los sectores dependientes de los combustibles fósiles y biomasa.
- Centrarse en la formación de puestos de trabajo basados en competencias en la industria ecológica y la construcción de edificios, dos sectores que experimentarán cambios drásticos en las próximas décadas.

- Dar prioridad al uso de la tecnología y los conocimientos informáticos para digitalizar el sector eléctrico y promover una mano de obra competente.

### Transición jurídica y política

- Llevar a cabo un estudio en profundidad de los cambios en las infraestructuras en los próximos 10 años –que incluya un ejercicio de macromodelación para priorizar la inversión y diseñar los escenarios fiscales asociados–, establecer objetivos claros y esbozar políticas para alcanzarlos.
- Establecer un Ministerio de Energía robusto y bien financiado como punto de partida para supervisar el sector de la electricidad, modernizar el sistema eléctrico, supervisar el rendimiento de la ANDE para mejorar su eficiencia y abrirse al sector privado mediante un plan maestro para definir y aplicar la visión a largo plazo del país y una estrategia presupuestada a corto plazo para el desarrollo de la energía, incluida la vía de descarbonización.
- Reforzar considerablemente el Comité Técnico de Eficiencia para lograr un aumento significativo de la eficiencia en toda la economía, en estrecha coordinación con la ANDE.
- Reformar la gobernanza, el ámbito y los métodos de la ANDE mediante una revisión de su ley orgánica, adaptándola a un sector eléctrico cambiante, para permitir que la ANDE se abra al sector privado (empezando por el segmento de la generación), participe en servicios de valor añadido y busque sistemáticamente la eficiencia.
- Crear fuertes canales de coordinación dentro del gobierno, especialmente entre el MADES, el INFONA, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Industria y Comercio y el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.
- Promulgar y aplicar sistemáticamente una visión coherente y una normativa sobre edificios sostenibles, que incluya códigos que exijan que las nuevas construcciones de alta gama sean sensibles a la red y eficientes y la aplicación de normas estrictas de eficiencia de electrodomésticos.

- Promulgar y hacer cumplir de forma coherente la normativa sobre la antigüedad de los vehículos importados (siguiendo las tendencias mundiales y continentales), las normas de emisión, la biomasa sostenible y la participación pública en la elaboración de políticas.
- Establecer una interfaz con el Ministerio de Hacienda para profundizar la participación del sector privado en las infraestructuras.
- Llevar a cabo análisis de costo-beneficio antes de la concesión de cualquier incentivo fiscal para fomentar la descarbonización de toda la economía, y revisar periódicamente los incentivos fiscales para garantizar que la exoneración sea eficaz y no suponga un despilfarro.
- Establecer una sólida planificación política con la participación de las partes interesadas en relación con las difíciles compensaciones entre las opciones tecnológicas, el uso del suelo y el empleo.

Por último, el Gobierno de Paraguay debería adoptar un enfoque retrospectivo, partiendo del objetivo final –un sistema energético con cero emisiones de carbono a más tardar para el 2050– y trabajando hacia atrás para definir lo que hay que hacer a corto y medio plazo. Este enfoque no implica que las políticas permanezcan invariables y fijas durante décadas. Al contrario, las políticas de transición energética deben adaptarse a los cambios y avances de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, es necesario actuar urgentemente ahora sobre la base de los conocimientos actuales, así como una hoja de ruta hacia el objetivo final. Un plan a largo plazo también facilita el compromiso de las partes interesadas y la comprensión de la sociedad sobre las formas de lograr una transición justa. Este informe pretende apoyar este esfuerzo de planificación basado en la previsión para descarbonizar el sector del uso final de la energía.

### Lea el informe completo

<http://ccsi.columbia.edu/content/paraguay-energy>



## ccsi.columbia.edu

Columbia Center on  
Sustainable Investment

Jerome Greene Hall  
435 West 116th Street  
New York, NY 10027  
Phone: +1 (212) 854-1830  
Email: [ccsi@law.columbia.edu](mailto:ccsi@law.columbia.edu)

## Cita Sugerida

Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI), Quadracci Sustainable Engineering Lab at Columbia University y Centro de Recursos Naturales, Energía y Desarrollo (CRECE). *Evaluación y Planificación del Sector Energético del Paraguay: Vías de Descarbonización*. Nueva York: CCSI, noviembre de 2021, <http://ccsi.columbia.edu/content/paraguay-energy>.

**Published by** the Columbia Center on Sustainable Investment, a leading applied research center and forum dedicated to the study, discussion and practice of sustainable international investment.