

Documento de política

- ▶ ¿Qué significa cumplir con las metas globales de **triplicar renovables y duplicar eficiencia energética en América Latina?**

**CASOS DE ESTUDIO DE
ARGENTINA, BRASIL,
COLOMBIA Y CHILE**

SEPTIEMBRE 2024



Tabla de contenido

Resumen ejecutivo	3	Capítulo 4. Brasil	29
Glosario	5	4.1. Contexto energético y de emisiones de GEI del sector	30
Capítulo 1. Metodología utilizada para la modelación	10	4.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Brasil	31
1.1 Escenarios y etapas de modelación” ..	11	4.2.1. Comparación de escenarios	31
1.2 Condiciones de entrada, supuestos y limitaciones del modelo	13	4.2.2. Conclusiones del caso de estudio	34
Capítulo 2. Colombia	15	Capítulo 5. Chile	35
2.1. Contexto energético y de emisiones de GEI del sector	16	5.1. Contexto energético y de emisiones de GEI del sector	36
2.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Colombia	17	5.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Chile	37
2.2.1. Comparación de escenarios	17	5.2.1. Comparación de escenarios.....	37
2.2.2. Detalle del escenario de Progresión Sostenible de Renovables	18	5.2.2. Detalle del escenario de Progresión Sostenible de Renovables	38
2.2.3. Escenario de 100% de energías renovables a 2040	20	5.2.3. Conclusiones del caso de estudio	40
2.2.4. Conclusiones del caso de estudio	21	Capítulo 6. Análisis comparativo regional	41
Capítulo 3. Argentina	23	Capítulo 7. Recomendaciones y Conclusiones	46
3.1. Contexto energético y de emisiones de GEI del sector	24	Referencias	53
3.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Argentina	25	Anexo 1. Herramienta y estructura de modelación	56
3.2.1. Comparación de escenarios	25	Anexo 2. Información de entrada usada en la modelación por país	57
3.2.2. Detalle del escenario de Progresión Sostenible de Renovables	27	Anexo 3. Evolución del índice de precios por tecnología	60
3.2.3. Conclusiones del caso de estudio	28		



Índice de figuras

FIGURA 1. Matriz Energética (A) y Matriz Eléctrica (B) de Colombia.....	16	escenarios de Entrada de Renovables y de Progresión Sostenible de Renovables para Brasil.....	33
FIGURA 2. Escenarios modelados para Colombia a 2030	18	FIGURA 12. Matriz Eléctrica (A) y Matriz Energética (B) de Chile.....	36
FIGURA 3. Resultados modelación escenarios de Entrada de Renovables y de Progresión Sostenible de Renovables para Colombia.	19	FIGURA 13. Escenarios modelados para Chile a 2030	38
FIGURA 4. Resultados modelación del escenario de 100% renovables a 2040, en términos de capacidad	20	FIGURA 14. Resultados modelación escenarios de Entrada de Renovables y de Progresión Sostenible de Renovables para Chile.....	39
FIGURA 5. Resultados modelación del escenario a 2040, en términos de proporción de las distintas fuentes renovables.....	21	FIGURA 15. Producción de electricidad (GWh) a partir de fuentes renovables en los cuatro países durante el periodo 1990 y 2022.....	42
FIGURA 6. Matriz Energética (A) y Matriz Eléctrica (B) de Argentina.	24	FIGURA 16. Cambio porcentual en la producción de electricidad (GWh) a partir de fuentes renovables en los cuatro países, periodo entre 2019 y 2022	43
FIGURA 7. Escenarios modelados para Argentina a 2030	26	FIGURA 17. Entrada de renovables en los cuatro países de estudio.....	44
FIGURA 8. Resultados modelación escenarios de Entrada de Renovables y de Progresión Sostenible de Renovables para Argentina	27	FIGURA 18. Evolución de la entrada de renovables en los casos de estudio (índice=100).....	45
FIGURA 9. Matriz Energética (A) y Matriz Eléctrica (B) de Brasil.	30	FIGURA 19. Evolución del índice de precios de cada tecnología de generación de energía renovable en Latinoamérica a 2050 (Índice de precios (2023=100)).....	60
FIGURA 10. Escenarios modelados para Brasil a 2030.....	32		
FIGURA 11. Resultados modelación			

Índice de tablas

TABLA 1. Escenarios modelados por país. 13	TABLA 4. Información de entrada del modelo para Brasil.....	58
TABLA 2. Información de entrada del modelo para Colombia	TABLA 5. Información de entrada del modelo para Chile.....	59
TABLA 3. Información de entrada del modelo para Argentina		58



Resumen ejecutivo

Este documento de política pública tiene como objetivo presentar los resultados y análisis de la modelación de escenarios energéticos para Colombia, Argentina, Brasil y Chile, dirigidos a evaluar los esfuerzos necesarios y posibles de cada país para contribuir con las metas globales de **triplicar la capacidad de energías renovables a 11.000 GW y duplicar la tasa media anual de mejora de la eficiencia energética**. Estas metas globales hacen parte del “paquete de energía” resultante del primer Balance Mundial, proceso bajo el Acuerdo de París que se llevó a cabo durante dos años y que se finalizó durante la COP 28 celebrada en Dubai, Emiratos Árabes Unidos en diciembre de 2023.

Para esto, se modelaron los sistemas energéticos de los cuatro países, empezando por Colombia como estudio piloto y ampliando posteriormente el análisis a Argentina, Brasil y Chile, con el fin de obtener una perspectiva regional amplificada. La herramienta de modelación usada fue *EnergyScope*, un modelo de código abierto para la planificación estratégica de sistemas energéticos que optimiza la inversión y la estrategia operativa. Los escenarios consideran el contexto energético, las emisiones de GEI, la demanda energética a 2022 y proyectada a 2030, la capacidad instalada de energías renovables, el potencial energético y los parámetros de eficiencia energética global. Estas variables permitieron identificar fuentes renovables con potencial de impulsar la transición energética en los países analizados. Las limitaciones del modelo se deben a su enfoque nacional y

a la dificultad de integrar proyectos específicos locales, lo que complica la consideración de conflictos socioambientales particulares y comunitarios.

Los resultados obtenidos por país indican que:

 **COLOMBIA** podría aumentar la participación de renovables al 80% con un aumento de la capacidad instalada del 46%, especialmente en energía solar y eólica. La capacidad instalada de las energías renovables en 2022 se incrementaría 1,64 veces a 2030 y 12,35 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible. Esta última cifra se debe a que en Colombia la participación de las energías renovables – diferentes a la hidráulica – aún es mínima.

 **ARGENTINA** podría aprovechar su potencial de energía eólica en tierra y la energía solar a gran escala siendo estos los pilares para comenzar a desplazar los fósiles dentro de su matriz, llegando a una participación cercana al 51%. La capacidad instalada de las energías renovables en 2022 se incrementaría 1,48 veces a 2030 y 2,23 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible.

 **BRASIL**, aprovechando su potencial en energía solar a gran escala, distribuida y eólica, podría incrementar la capacidad instalada de energías renovables del 85,8% al 96%. La capacidad instalada de



energías renovables en 2022 se incrementaría 1,56 veces a 2030 y 2,52 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible.



CHILE alcanzaría un 96% de generación renovable en su matriz eléctrica para 2030, aprovechando fuentes como la

solar, eólica, térmica y geotermia, lo que representa un aumento de 27,2 GW en la capacidad instalada. La capacidad instalada de energías renovables en 2022 se incrementaría 2,28 veces a 2030 y 3,07 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible.

Como principal conclusión del estudio se identificó que **no es necesario triplicar la capacidad instalada de cada país para contribuir con la meta global de incremento de las energías renovables** incluida en el primer Balance Mundial del Acuerdo de París. Alternativamente, en este estudio se proponen opciones, para cada país, que contemplan una entrada acelerada de las energías renovables (a partir de un paquete tecnológico costo eficiente y consistente con los potenciales de cada país) con las que además se pueden obtener ahorros en capacidad instalada si al mismo tiempo se duplica la eficiencia energética a nivel nacional.



Glosario

COP 28 – Llevada a cabo en Dubái, Emiratos Árabes, entre el 30 de noviembre al 12 de diciembre de 2023, Fue la 28ª versión de Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde países firmantes del Acuerdo de París se reunieron para evaluar progresos, actualizar metas y fomentar la cooperación internacional.

BALANCE MUNDIAL (GST, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) – El Balance mundial es un proceso creado bajo el Acuerdo de París con el objetivo de “hacer balance” de la implementación del Acuerdo de París y evaluar el progreso obtenido para alcanzar la meta de limitar el calentamiento global a 1,5 grados Celsius. Pretende actuar como mecanismo de “aceleración” a través del cual los países elevarán sus ambiciones climáticas y aumentarán la colaboración. Las actualizaciones del GST tendrán lugar cada cinco años.

CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL (NDC, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) – Son los compromisos de cada país bajo el Acuerdo de París para reducir emisiones y adaptarse al cambio climático, reflejando sus esfuerzos nacionales y estrategias de mitigación y adaptación. Se presentan en informes cada cinco años y se espera que cada actualización sea de carácter más ambicioso.

TIPO DE ENERGÍAS RENOVABLES CONSIDERADAS EN LAS PROYECCIONES – Para este documento se consideran energías renovables a la energía hidráulica, solar, eólica, geotérmica y la bioenergía. Se tuvo en cuenta para el ejercicio la energía hidráulica ya que es una de las más desarrolladas en la región y es la que puede darle solidez y estabilidad al proceso de transición.

ENERGÍA SOLAR A GRAN ESCALA – También conocidos como granjas o parques solares, se extienden sobre amplias áreas desde decenas hasta cientos de hectáreas y están compuestos por miles de paneles solares que tienen la capacidad de producir varios megavatios (MW) o incluso gigavatios (GW) de energía eléctrica.

ENERGÍA SOLAR DISTRIBUIDA – Sistemas energéticos de pequeña escala y descentralizados, basados en paneles solares, que permiten a los usuarios generar, almacenar o gestionar energía eléctrica para satisfacer de manera eficiente sus propias necesidades. Es utilizada principalmente para el autoconsumo y la gestión energética, con la opción de inyectar los excedentes en la red de distribución.

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA – La tecnología solar térmica de concentración (CST) utiliza lentes y espejos para concentrar la luz solar, generando vapor que impulsa una turbina para producir electricidad. Su ventaja radica en la capacidad de ajustar la producción de energía según la demanda de la red, lo que la hace más flexible que otras tecnologías solares.



ENERGYSCOPE – Es un modelo de código abierto para la planificación estratégica de sistemas energéticos urbanos y regionales. *EnergyScope* optimiza tanto la inversión como la estrategia operativa de todo un sistema energético (incluida la electricidad, la calefacción y la movilidad). Además, su resolución es horaria (usando días típicos) lo que permite la integración de energías renovables intermitentes.

EFICIENCIA ENERGÉTICA – Consiste en lograr un mismo resultado consumiendo menos energía, sin disminuir la calidad de vida, o la calidad de los productos o servicios entregados. En el marco del primer Balance Mundial (GST) se especifica la meta de duplicar el promedio de tasa anual de mejoras en la eficiencia energética para 2030 a nivel mundial.

GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) – Gases que atrapan el calor en la atmósfera. Esta categoría incluye el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (NO₂) y gases fluorados como hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, el hexafluoruro de azufre, entre otros.

GIGAWATT O GIGAVATIO (GW) – Es una unidad de potencia y equivale a mil millones de vatios (1.000.000.000 W = 1 GW), El Gigawatt es la unidad estándar de potencia que equivale a un julio por segundo. La potencia mide la velocidad a la que se genera, utiliza o transfiere la energía. El GW suele ser utilizado como unidad en aquellas plantas o redes eléctricas de gran magnitud. Por ejemplo, la central hidroeléctrica más grande de Latinoamérica (Itaipú, Brasil) posee 14 GW de potencia instalada.

GgCO₂E – Gigagramos de dióxido de carbono equivalente. Los diferentes gases de efecto invernadero tienen distintos potenciales de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés). Por ejemplo, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) tienen un GWP mucho mayor que el dióxido de carbono (CO₂). Para simplificar la comparación, las emisiones de estos gases se convierten en la cantidad equivalente de CO₂ que equivale a 1 GPW.

KILOWATT O KILOVATIO (KW) – Al igual que el GW es una unidad de potencia y equivale a un millón de vatios (1000 W = 1 KW). Esta unidad suele ser utilizada para consumos residenciales. Por ejemplo, una nevera necesita 0,350 kW y un lavavajillas 2.200 kW.

MTCO₂E – Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Ver definición GgCO₂e.



Introducción

El balance mundial del Acuerdo de París, también conocido como *Global Stocktake* (GST), es un proceso integral de carácter quinquenal, que evalúa el progreso colectivo de los países en la implementación del Acuerdo de París y en la consecución de sus objetivos a largo plazo –primordialmente, los avances hacia la limitación del calentamiento global a menos de 2 °C, preferiblemente 1,5 °C, en comparación con los niveles preindustriales–. Los resultados del primer GST fueron reforzados a través de la decisión 1/CMA.5 que se adoptó durante la COP 28 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (CMNUCC, 2023). Esta decisión incluye señales dirigidas a gobiernos y otros actores no estatales para que aumenten la ambición de sus metas y políticas climáticas.

Dentro de estas señales está el llamado “paquete de energía” en el que se presentan diferentes medidas de mitigación del cambio climático del sector energético que conllevarían a reducciones sustanciales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Específicamente, el párrafo 28 del texto lista, entre otros, los esfuerzos específicos necesarios en términos de triplicar la capacidad mundial en energías renovables, duplicar la tasa media anual de mejora de la eficiencia energética, acelerar la reducción gradual del uso de carbón y llevar a cabo una transición que deje atrás los combustibles fósiles. (CMNUCC, 2023).

En el marco de estas metas, el aumento en generación eléctrica a partir de fuentes

renovables y las mejoras en la eficiencia son indispensables en una transición energética. Triplicar a nivel global la capacidad de energías renovables del 2022 requeriría llegar al menos a 11.000 GW en 2030, en el marco del escenario de Emisiones Cero a 2050 de la Agencia Internacional de la Energía (IEA por sus siglas en inglés) (IEA, 2023a; IRENA, 2023). Este valor fue ratificado como meta en el Compromiso Global de Energías Renovables y Eficiencia Energética durante la COP28 (UNFCCC, 2023). Igualmente, la IEA reporta que las políticas y condiciones de mercado actuales permitiría alcanzar a 2028 cerca de 7.300 GW de capacidad de energías renovables, lo que implicaría un esfuerzo de más de 3.000 GW para el periodo 2029-2030 (IEA, 2023a).

Según *Climate Analytics 2024*, se estima que la contribución de la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) a la meta global de la triplicación de renovables corresponde a multiplicar por 2,3 la capacidad instalada en 2022, lo que se traduce en 220 GW adicionales. Esto se debe, en gran medida, a que según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Latinoamérica genera el 29,6% de su energía primaria con fuentes renovables (CEPAL, 2022), por lo que la triplicación de energías renovables para el cumplimiento de la demanda energética regional no requiere el mismo esfuerzo que en otras regiones.

A pesar de esto, se evidencia un potencial de crecimiento de la capacidad de energía eólica y solar de gran escala en la región¹, de

1 Incluyendo proyectos anunciados, en etapa previa o en construcción.



más de 460% para el 2030 respecto de los 69 GW que se encuentran en funcionamiento actualmente ([Global Energy Monitor, 2023](#)). Si los proyectos de energía solar y eólica a gran escala estuvieran completamente operativos para 2030, estos, junto con los proyectos ya en funcionamiento, se alcanzaría aproximadamente el 220% de los objetivos de energía eólica y el 80% del objetivo de energía solar de la región establecidos por la Hoja de ruta cero emisiones netas de la IEA ([Global Energy Monitor, 2023a](#); [IEA, 2023b](#)).

En esta línea, cuatro países de la región han dado pasos importantes hacia el aprovechamiento de recursos renovables y de la expansión de tecnologías de generación de energía a partir de dichos recursos. Argentina se ha comprometido a aumentar el porcentaje de energías renovables y la generación distribuida, aunque también planea incrementar la producción de gas natural ([Presidencia de Argentina, 2021](#)). Brasil ha invertido en energía solar, eólica y biomasa, que ya representan el 20% de su matriz energética ([Gobierno de Brasil, 2023](#)). Chile busca reemplazar 5.500 MW de centrales térmicas por energías renovables para 2040 ([Gobierno de Chile, 2020](#)). Colombia, por su parte, trabaja en diversificar su matriz energética, fomentando la autogeneración y el desarrollo de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) ([Gobierno de Colombia, 2022](#)). Sin embargo, es crucial fortalecer estas señales mediante políticas efectivas y una mejor coordinación entre los actores clave (gobiernos, privados, sociedad civil, academia, entre

otros) para superar barreras y catalizar la inversión en proyectos de energías renovables.

Por otro lado, la eficiencia energética, considerada como “*the first fuel*” (primer combustible), es la fuente más accesible y rentable, pues reduce la necesidad de consumir energía al optimizar su uso en sistemas de generación, redes de transmisión y distribución y equipos de usos finales ([Withing, 2022](#)). En otras palabras, la energía más limpia es la que no se usa. De esta manera, si se toma como ejemplo la eficiencia energética en el sector eléctrico de los países analizados en este estudio se encuentra que, Brasil lidera con una eficiencia del sector eléctrico de alrededor del 80%, seguida de Colombia con 68%, Argentina con 51% y Chile con 38% ([OLADE, 2023](#)). Estas cifras revelan que, a pesar de los avances, existe potencial de mejora en la eficiencia del sector a través de medidas como, por ejemplo, el uso racional y eficiente de la energía en otros sectores consumidores de energía eléctrica que se derive en el ahorro de la capacidad instalada de generación.

Considerando todo lo anterior, Transforma identificó la necesidad de elaborar un estudio enfocado en cuatro países representativos de la región (Argentina, Brasil, Chile y Colombia) para evaluar la contribución de estos países a la meta global de triplicar las energías renovables, así como el impacto que puede tener en su matriz eléctrica el cumplimiento de la meta de duplicar la tasa anual de mejora de eficiencia energética para el año 2030².

2 Cabe mencionar que inicialmente el análisis se enfocó en el caso de Colombia (debido a la experiencia con la que cuenta Transforma en el país) pero se extendió a los otros tres países por considerarlos clave para el desarrollo de este estudio.



Por lo tanto, este documento de política se enfoca en presentar los resultados de dicha evaluación realizada mediante la modelación de escenarios energéticos para cuatro países. El primer capítulo describe la metodología utilizada, así como las condiciones de entrada, supuestos y limitaciones de los escenarios modelados. Los capítulos 2 al 5 detallan los resultados y análisis específicos para cada país. **Entre los hallazgos destacados se encuentran el incremento que se tendría en la capacidad instalada de energías renovables como resultado de cada uno de los escenarios modelados, la participación de las tecnologías que se prevé tendrá un rol más importante en la transición hacia este tipo de energías y los posibles impactos en términos de ahorros de capacidad instalada que**

podrían obtenerse si además se llega a duplicar la eficiencia energética a 2030.

El capítulo 6 ofrece un análisis de comparación entre los cuatro países, **resaltando la pertinencia de unas tecnologías de energías renovables sobre otras y la capacidad de la región latinoamericana para liderar la transición energética según lo acordado en la COP 28.** Finalmente, en el capítulo 7 se presentan conclusiones y recomendaciones respecto de la brecha entre las metas actuales de los gobiernos y los resultados de la modelación para triplicar la capacidad instalada de energías renovables y duplicar la eficiencia energética, identificando retos para alcanzar escenarios de transición energética contextualizados a los cuatro países de estudio.

Capítulo 1. Metodología utilizada para la modelación





1.1. Escenarios y etapas de modelación”

La evaluación de la contribución de Argentina, Brasil, Chile y Colombia al cumplimiento de los objetivos globales de triplicar la capacidad de generación de energías renovables y duplicar la eficiencia energética para 2030, se llevó a cabo a través de la modelación de escenarios usando la herramienta *EnergyScope*. Esta herramienta que se caracteriza por ser de código abierto, tener resolución horaria y enfoque a partir de costos, también permite encontrar flexibilidad de selección del tipo de tecnologías de generación eléctrica. El ejercicio de modelación se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

- 1. Análisis de la demanda actual, así como la composición actual de las matrices energética y eléctrica de los cuatro países:** Se revisó la demanda actual (año 2022 por ser el año base de las metas globales) de los cuatro países. Adicionalmente, se revisó la composición tanto de la matriz energética total como de la matriz eléctrica de cada país con el fin de identificar la participación de las fuentes renovables en cada una de ellas, así como los costos y emisiones asociados a cada tecnología. Esta información base usada para las modelaciones se obtuvo de fuentes oficiales de cada uno de los países.
- 2. Definición de condiciones de entrada y restricciones del modelo:** Para la modelación se definieron las condiciones de entrada, supuestos, restricciones y limitaciones del modelo que se describen en la sección 1.2; en el Anexo 1 se describe la

estructura de *EnergyScope* y las condiciones de modelación en el contexto de este ejercicio para cada país. En el Anexo 2 se presentan los parámetros de entrada tales como la demanda energética proyectada y observada en 2022, la capacidad instalada total y de energías renovables en 2022, el potencial energético a 2023 y las tasas observadas de mejora en eficiencia energética.

- 3. Proyecciones de demanda de energía eléctrica:** Se tomó como base para estas proyecciones la información de la demanda de cada país para el 2022, y la tasa promedio de incremento anual de la demanda. Los insumos utilizados para estas proyecciones se detallan en el Anexo 2. Vale la pena mencionar que, a excepción de la proyección de demanda acelerada que se presenta para Colombia, los escenarios de demanda de los países no contemplan una electrificación masiva de la economía.
- 4. Construcción de escenarios:** Con la condición de cumplir con la demanda proyectada, se evaluaron diferentes escenarios de expansión de la capacidad con fuentes renovables en los que además se observa un incremento de la participación de las renovables en el total de la matriz eléctrica. Dado que en la modelación se optimizan costos, es importante mencionar que modelar la entrada de renovables no implica que a 2030 los combustibles fósiles usados para la generación de energía eléctrica se desplacen totalmente. También se analizó el equilibrio entre la oferta y la demanda en cada escenario según las metas actuales con las que cuenta cada país,



asegurando que el sistema pueda cumplir la condición de mantener el balance energético entre 2024 y 2030. Se evaluó también el impacto de los escenarios en las emisiones de GEI. A continuación, se presentan los diferentes escenarios evaluados (Tabla 1).

a. Escenario de Triplicación: en este se multiplica por tres la capacidad actual instalada de energías renovables en la generación de energía eléctrica (año base 2022), cumpliendo literalmente con la meta global de triplicación de energías renovables del “paquete de energía” resultante del primer Balance Mundial.

b. Entrada de Renovables: es el escenario en el que se modela la expansión necesaria en capacidad instalada de energías renovables para cumplir la demanda energética proyectada a 2030.

c. Progresión Sostenible de Renovables: modela la capacidad instalada más costo-eficiente para cumplir con la demanda energética proyectada al 2030. A su vez, este escenario analiza el aumento doble porcentual de la tasa de mejora en la eficiencia energética en los sistemas de generación eléctrica, estimando la eficiencia energética a través del parámetro de energía global que

incluye la intensidad energética para el sector residencial e industrial. Este escenario tiene como finalidad evidenciar cómo los ahorros en energía debido a la mejora en eficiencia se traducen en una menor necesidad de capacidad instalada para cumplir la demanda energética proyectada.

d. Progresión acelerada: Este escenario explora una trayectoria más ambiciosa de incorporación de energías renovables, partiendo del escenario de progresión sostenible. Es decir, se analiza cómo una entrada más rápida de estas fuentes, en respuesta a un cambio estructural en la demanda de energía eléctrica, podría resultar en una mayor participación al final del período evaluado. Por ello, en el escenario de progresión acelerada, se proyecta que a partir de 2025 se comenzará a incorporar una mayor capacidad instalada que la prevista en el escenario de progresión sostenible.

e. Escenario RELAC³: analiza la matriz eléctrica requerida para cumplir con los compromisos adquiridos por Chile y Colombia de aumentar la capacidad instalada de energías renovables en el marco de la iniciativa de Renovables por América Latina y el Caribe – RELAC. Brasil y Argentina no hacen parte de RELAC.

3 RELAC ([HUB de energía, s.f.](#)) es una plataforma climática establecida en 2019 y que cuenta con 12 países miembros. La iniciativa tiene como propósito fortalecer la voluntad política y coordinar la asistencia técnica en la transición energética de América Latina y el Caribe. Esto con una perspectiva regional enfocada al monitoreo robusto, la generación de empleos verdes, la mejora de la calidad del aire y la salud de los ciudadanos.



- f. **Escenario TEJ – MinMinas:** modelado solamente para el contexto colombiano, analiza la capacidad instalada proyectada por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia (MME) en el marco del proceso para establecer la hoja de ruta para la transición energética lanzada en 2023 ([MME, s.f.a](#)).
5. **Evaluación del impacto de los escenarios de transición en la composición de la matriz energética, la reducción de emisiones y los costos del sistema:** Con base en estos análisis, se formularon recomendaciones de política, identificando las medidas más efectivas para alcanzar objetivos ambiciosos en la transición energética de Latinoamérica.

TABLA 1. ESCENARIOS MODELADOS POR PAÍS

ESCENARIO/PAÍS	COLOMBIA	ARGENTINA	CHILE	BRASIL
TRIPLICACIÓN	X	X	X	X
ENTRADA DE RENOVABLES	X	X	X	X
PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES	X	X	X	X
PROGRESIÓN ACELERADA DE RENOVABLES	X	X		
RELAC	X		X	
TEJ - MinMinas	X			

1.2 Condiciones de entrada, supuestos y limitaciones del modelo

Para la estructuración de los escenarios de modelación se consideraron las condiciones de entrada y supuestos basados en la disponibilidad de recursos renovables como solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, biomasa y otras fuentes no convencionales. Se evaluó la infraestructura de transmisión y distribución existente, priorizando las fuentes de

energía más fáciles de conectar. Además, se utilizó el potencial teórico de recursos renovables en cada país como insumo para orientar los esfuerzos de aprovechamiento.

En el ejercicio de modelación, se incorporan tanto los costos de inversión (CAPEX), que incluyen los gastos iniciales de construcción e instalación de las infraestructuras, como los costos operativos (OPEX), que abarcan los gastos corrientes de mantenimiento, combustible y personal, asociados a las distintas

tecnologías y recursos energéticos. Esto nos permite evaluar el impacto de diferentes escenarios y políticas energéticas en los costos totales del sistema, lo cual es crucial para comprender la complejidad de impulsar la entrada masiva de energías renovables. La proyección de costos confirma que tecnologías como la energía solar fotovoltaica y la eólica terrestre, con su rápida reducción de costos, escalabilidad y madurez tecnológica, liderarán en el corto plazo la descarbonización del sector eléctrico, siendo opciones atractivas para una implementación a gran escala.

Es importante destacar que la viabilidad de esta transición energética depende no solo de los costos, sino también de la disponibilidad de recursos y las normativas específicas de cada país. En este sentido, la modelación ha tenido en cuenta la evolución prevista de los costos de las tecnologías para la región de América Latina y el Caribe, tal como se ilustra en la Figura 19 del anexo 3.

Por otro lado, con el fin de explorar el impacto de la duplicación de eficiencia energética en los escenarios planteados, se asumió la introducción de nuevas tecnologías y mejores prácticas en los sectores de mayor consumo energético a partir de 2024. Como consecuencia, se catalizaría una mejora continua en la eficiencia energética de estos sectores durante

esta década, con lo que a su vez se obtendrían ahorros en términos de capacidad instalada de generación de energía eléctrica.



Limitaciones del modelo

La modelación y metodología seleccionadas enfrentan algunas limitaciones a considerar en el momento de interpretar los datos y seguir las recomendaciones de política. Primero, se destaca que los modelos son simplificaciones de la realidad y pueden no capturar variables relevantes como, por ejemplo, complejidades socioambientales y territoriales. Modelar a una escala nacional omite la interacción entre la infraestructura energética y las comunidades locales, así como los posibles impactos ambientales específicos de cada región. Estas omisiones pueden llevar a sobreestimar o subestimar el potencial de ciertas tecnologías y recursos energéticos. Anticipando dichas limitaciones se optó por incluir restricciones al modelo, como restringir potenciales no aprovechables en zonas de protección ambiental y/o étnica (ej. resguardos indígenas).



Capítulo 2. Colombia

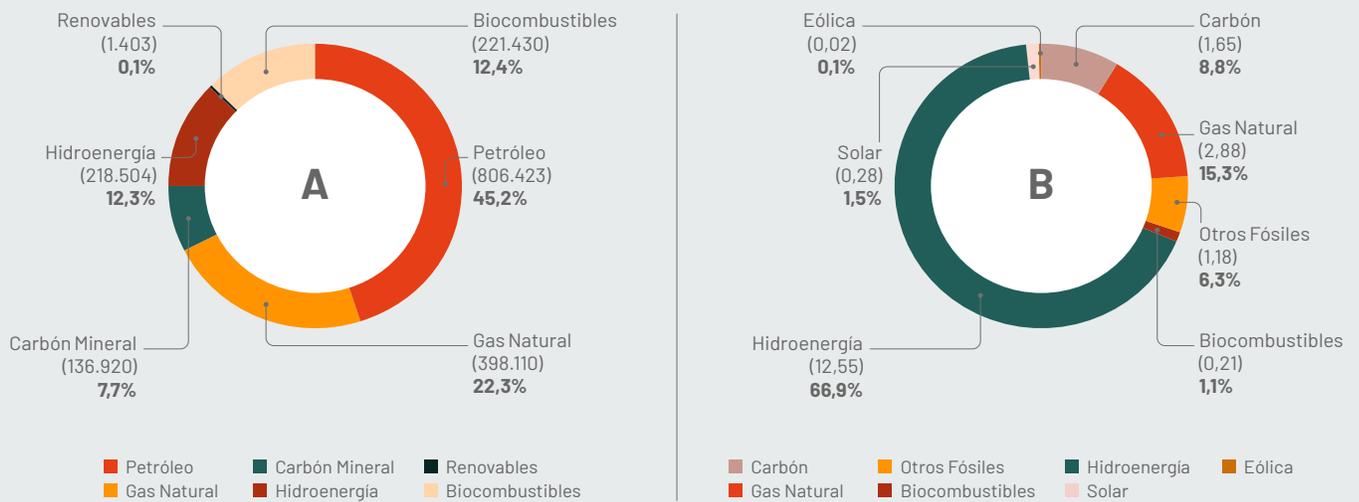
GUATAPÉ, ANTIOQUÍA 

2.1. Contexto energético y de emisiones de GEI del sector

En 2022, la matriz energética total de Colombia estuvo compuesta principalmente por petróleo (45,2%), gas natural (22,3%), carbón (7,7%) e hidroenergía (12,3%) (Figura 1A) (IEA, *sf.a*). Gracias a la gran cantidad de ríos y cuerpos de agua, así como a las altas tasas de precipitación observadas en algunas zonas del país, la

hidroenergía se ha convertido en la principal fuente de generación eléctrica en Colombia, satisfaciendo aproximadamente el 85% de la demanda en épocas normales de lluvia. En términos de capacidad instalada eléctrica, la hidroeléctrica lidera con un 66,9%, seguida por el gas natural (15,3%), el carbón (8,8%) y otros fósiles (6,3%). Las energías renovables no hidroeléctricas, como la solar (1,5%), la biomasa (1,1%) y la eólica (0,02%) tienen contribuciones menores (Figura 1B).

FIGURA 1. MATRIZ ENERGÉTICA (A) Y MATRIZ ELÉCTRICA (B) DE COLOMBIA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE A. DATOS DE MATRIZ ENERGÉTICA DE 2022 (GW) (IEA, S.F.A). B. DATOS DE MATRIZ ELÉCTRICA DE 2022 (GW) (EMBER, 2024; XM 2023).
 NOTA: SE PRESENTA ESTA INFORMACIÓN PARA EL AÑO 2022 A PESAR DE QUE EXISTE INFORMACIÓN MÁS ACTUALIZADA DADO QUE EL AÑO 2022 CORRESPONDE AL AÑO BASE DE LAS METAS GLOBALES DE TRIPLICAR ENERGÍAS RENOVABLES Y DUPLICAR EFICIENCIA ENERGÉTICA.

En cuanto a las políticas y programas dirigidos a promover la transición energética, la entrada masiva de renovables y la eficiencia energética, Colombia cuenta con:

a. El Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) que busca promover el mejor uso de los recursos energéticos, desde su producción hasta su consumo, y para el que se tiene un plan de acción indicativo 2022-2030. Este programa está liderado por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Este plan revela que el país tiene un amplio margen para mejorar su eficiencia energética, ya que en la actualidad solo se aprovecha

efectivamente el 31% de la energía final, mientras que el 69% se pierde en ineficiencias. Esto representa un costo anual para el país de entre USD \$6,6 y USD \$11 millones. El PROURE 2022-2030 establece una hoja de ruta con metas ambiciosas para reducir el consumo de energía en los sectores industrial, comercial, residencial y de transporte. Para el sector industrial, se busca reducir el consumo de energía en un 18% para 2030, mientras que en el sector comercial se apunta a una reducción del 12%. En el sector residencial, se espera lograr una disminución del 8%, y en el transporte, una reducción del 10%. Estas metas se traducen en un ahorro energético total de 148.822 Tera Joules (TJ) para 2030.



Además del PROURE, el Plan Energético Nacional (PEN) 2050 establece metas ambiciosas para la eficiencia energética, como la reducción del 9% en la intensidad energética final para 2030 (UPME, 2020).

- b. Hoja de ruta para la transición energética justa** la cual se basa en escenarios de Transición Energética Justa (MME, s.f.a.; MME, s.f.b). Estos escenarios prevén para el período 2026-2030 alcanzar un total de 43,1 GW de capacidad instalada de renovables, siendo 16,2 GW de solar fotovoltaica, 3,88 GW de eólica costa adentro, 7 GW de generación distribuida, 207 MW de biogás y 450 MW de biomasa residual agrícola, con una reducción del 40% en la capacidad de térmicas a carbón. Para el periodo 2030-2040, no habrá más térmicas a combustibles fósiles distintos del gas natural, facilitando la transición a hidrógeno verde; además, se proyectan 3,7 GW de bioenergía, 7 GW de eólica costa afuera y 3 GW de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (MME, 2023).

En cuanto a emisiones, para el 2018 el país generaba 302.974 GgCo₂eq, a los cuales contribuía el grupo de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra en un 59,1%, energía un 30,7%, residuos en un 6,8% y el grupo de procesos industriales y usos de productos en un 3,5% (IDEAM et al., 2021). En paralelo, Colombia establece en su NDC el compromiso de llegar a un máximo de emisiones de 169,44 Mt en 2030, equivalente a reducir emisiones 51% de las emisiones del escenario de referencia (Gobierno de Colombia, 2020). También establece la meta aspiracional de llegar al cero neto de emisiones a 2050 en el marco de la Estrategia de Largo Plazo 2050.

Finalmente, Colombia ha demostrado un firme compromiso con la transición energética al unirse a diversas alianzas e iniciativas, tales como: la Promesa Global de Energías Renovables y Eficiencia Energética; la Alianza para Dejar Atrás el Carbón; el Tratado de No Proliferación de Combustibles Fósiles y la Alianza Más Allá del Petróleo y el Gas (BOGA). Cabe destacar que Colombia es signataria de la iniciativa Energías Renovables en América Latina y el Caribe (RELAC), con el objetivo nacional de alcanzar un 71% de capacidad instalada en energías renovables y contribuir al 79% de generación de electricidad basada en energías renovables para el año 2030 (RELAC, s.f.).

2.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Colombia

2.2.1. Comparación de escenarios

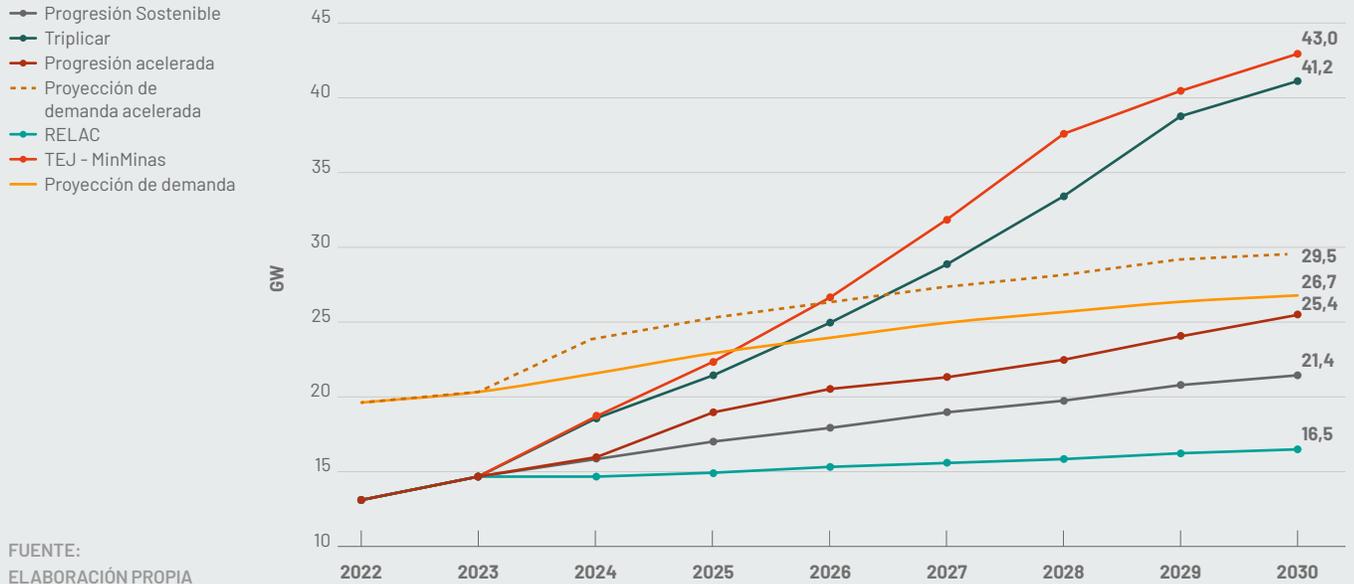
Para el caso de Colombia, se modelaron cinco escenarios: tres de base, que se aplicaron a todos los países—“*escenario triplicar*”, “*escenario entrada de renovables*” y “*escenario progresión sostenible*”— y dos adicionales —“*escenario progresión acelerada*” y “*escenario 100% renovables a 2040*”. Dos escenarios más se incluyen en la Figura 3 para ofrecer un contexto de metas y estrategias suscritas y planeadas por Colombia. El primero representa la senda que debe seguir el país para alcanzar la meta suscrita por Colombia bajo la iniciativa RELAC (“*escenario RELAC*”). El segundo representa el incremento en energías renovables que se espera en esta década como parte de los escenarios planteados en el marco de **la hoja de ruta para la transición energética justa en Colombia**.



Con relación a los escenarios modelados para Colombia, el escenario “**triplicar**” superaría ampliamente lo requerido para cubrir la demanda de energía eléctrica proyectada a 2030. Por lo tanto, considerar una triplicación en la capacidad instalada

de energías renovables en Colombia es poco factible, teniendo en cuenta además que fuentes renovables como la hidroeléctrica ya tienen una alta participación en la generación de energía eléctrica (aproximadamente 70%).

FIGURA 2. ESCENARIOS MODELADOS PARA COLOMBIA A 2030



FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA

Por otro lado, el escenario “**progresión sostenible**”, prevé un aumento constante de la capacidad de generación con energías renovables hasta alcanzar los 21,5 GW en 2030. Este escenario contrasta significativamente con el “**TEJ - MinMinas**”, que proyecta un crecimiento exponencial hasta alcanzar 43,1 GW de capacidad instalada podría deberse a supuestos de mayor inversión en infraestructura, políticas gubernamentales favorables, aumento de la demanda por crecimiento económico, nuevos recursos energéticos y transformación del sector movilidad. Finalmente, el escenario de “**progresión sostenible acelerada**” presenta una perspectiva en la que se prevé un crecimiento en la capacidad instalada de las energías renovables que busque responder a

una demanda energética acelerada por decisiones de electrificación a una escala mayor a la prevista para esta década (Figura 2).

2.2.2. Detalle del escenario de Progresión Sostenible de Renovables

Al revisar los escenarios modelados para Colombia se presenta un análisis más detallado para el de “**progresión sostenible**” dado que considera un incremento balanceado en la capacidad de las energías renovables, incluye un paquete óptimo de tecnologías y con el que se evidencian los beneficios en términos de ahorro de capacidad instalada del lado de la oferta al duplicar la eficiencia energética en el lado de la demanda.

En cuanto a las fuentes de energía en el escenario de progresión sostenible, la hidroelectricidad seguiría dominando la matriz energética, representando el 70,6% de la capacidad instalada en 2030, aunque su participación relativa podría disminuir con el aumento de la eficiencia energética. La energía solar podría convertirse en una fuente clave, alcanzando un 14,5% de la matriz con una capacidad instalada de 3 GW. La energía eólica terrestre también mostraría un crecimiento significativo, alcanzando el 9,3% con una capacidad proyectada de 2 GW. Por su parte, la bioenergía, con una participación del 5,6%, ofrecería oportunidades valiosas para diversificar y mejorar la sostenibilidad del sistema energético. El escenario propuesto, pasaría de una matriz eléctrica con 65,7% de renovables en 2022, a 80% a 2030, desplazando el uso de combustibles fósiles.

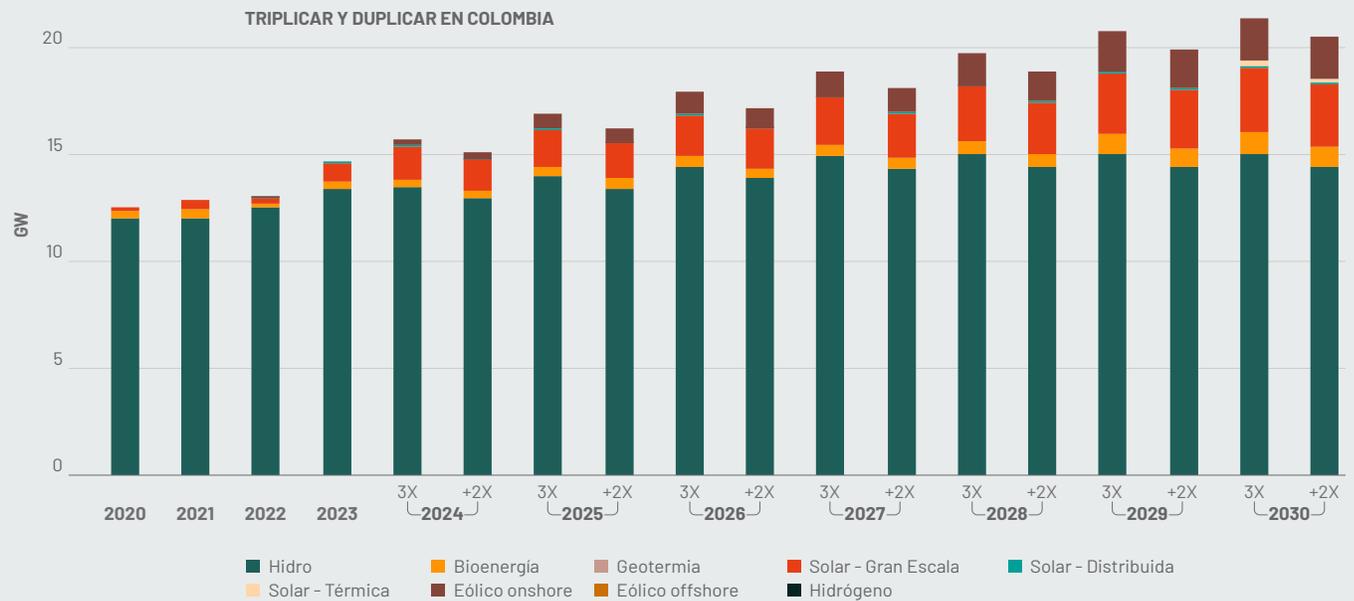
Por otro lado, el aumento en la eficiencia energética del 2% al 4% genera un ahorro

agregado de 0,87 GW en la capacidad instalada de generación de electricidad para el año 2030 (Figura 3). Este ahorro se distribuye de la siguiente manera: **hidráulica: 0,614 GW; bioenergía: 0,040 GW; solar a gran escala: 0,120 GW; solar distribuida: 0,004 GW; solar térmica: 0,008 GW y eólica en tierra: 0,080 GW.**

Duplicar esta tasa de mejora permitiría superar la mejora de 10% planteada en el PROURE para el mismo periodo de 2030, lo que tendría importantes implicaciones para la matriz energética y su desarrollo futuro. El mayor ahorro se produciría en la energía hidráulica, subrayando su relevancia en la matriz energética nacional. Dentro del PROURE, se observa que la gestión integral de la energía cuenta con el 21% del potencial del ahorro de eficiencia energética en el sector industrial lo cual permitiría acelerar la transición hacia un sistema más sostenible.

FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA 3. RESULTADOS MODELACIÓN ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES PARA COLOMBIA.



NOTA: A PARTIR DEL AÑO 2024 HASTA EL 2030 SE PRESENTAN LAS PROYECCIONES PARA LOS ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES (BARRA 3X) Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES (BARRA +2X). ESTE ÚLTIMO SE CALCULA CON RESPECTO A LA DISMINUCIÓN EN CAPACIDAD INSTALADA NECESARIA DEBIDO A MEJORAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA.



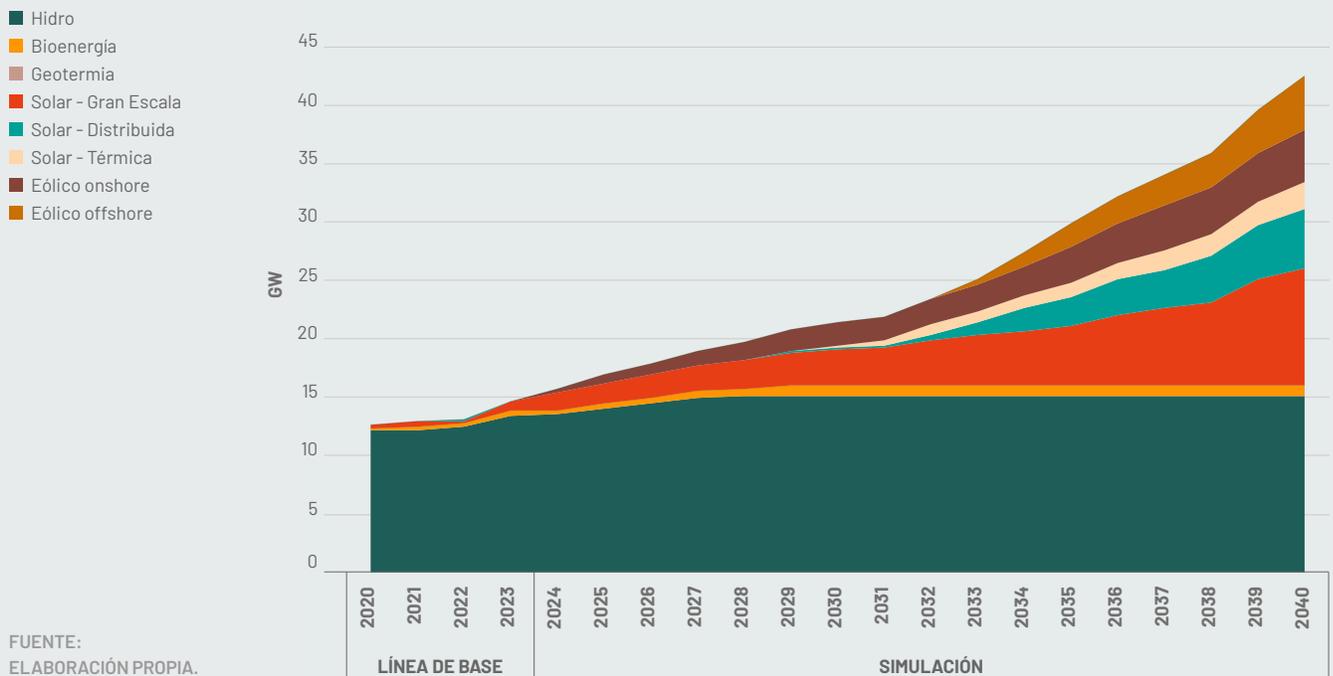
Finalmente, la transición energética en Colombia hacia fuentes renovables como la bioenergía, solar y eólica, presenta una oportunidad significativa para la reducción de emisiones de GEI en el sector eléctrico. En un escenario de transición proyectado al 2030, se estima una disminución del 21,3% en las emisiones de GEI durante esta década.

2.2.3. Escenario de 100% de energías renovables a 2040

El último escenario adicional modelado para Colombia es en el que se prevé la diversificación y un aumento incremental de la

participación de las energías renovables hasta llegar al 100% de capacidad instalada a 2030. El análisis se basa en las proyecciones de demanda planteadas para el corto y mediano plazo por parte de la UPME (UPME, 2024), y de las estrategias derivadas de los ejercicios de modelación propuestos en el marco de este estudio, donde se destaca el papel crucial de la energía solar y eólica; asimismo, se examinan factores clave que contribuirían al éxito de esta transición, así como desafíos y consideraciones que deben ser abordados para lograr una transición sostenible en Colombia.

FIGURA 4. RESULTADOS MODELACIÓN DEL ESCENARIO DE 100% RENOVABLES A 2040, EN TÉRMINOS DE CAPACIDAD



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Las estrategias a corto y mediano plazo guiarán el crecimiento del sector energético en Colombia. Como se mencionó anteriormente, en el corto plazo (2030) se buscará impulsar el desarrollo de fuentes renovables de rápido crecimiento, como la solar fotovoltaica a gran escala y la eólica terrestre. En el mediano plazo (2040), el objetivo es incorporar tecnologías

más maduras, como la solar distribuida, la solar térmica y la eólica costa afuera, con el objetivo de alcanzar una matriz 100% renovable. Para aprovechar este potencial, se podría llegar a tener una participación de vehículos eléctricos en el parque automotor entre el 3,5% y 4,5%, lo cual implicaría que hubiese entre 600.000 y 850.000 vehículos en todo el

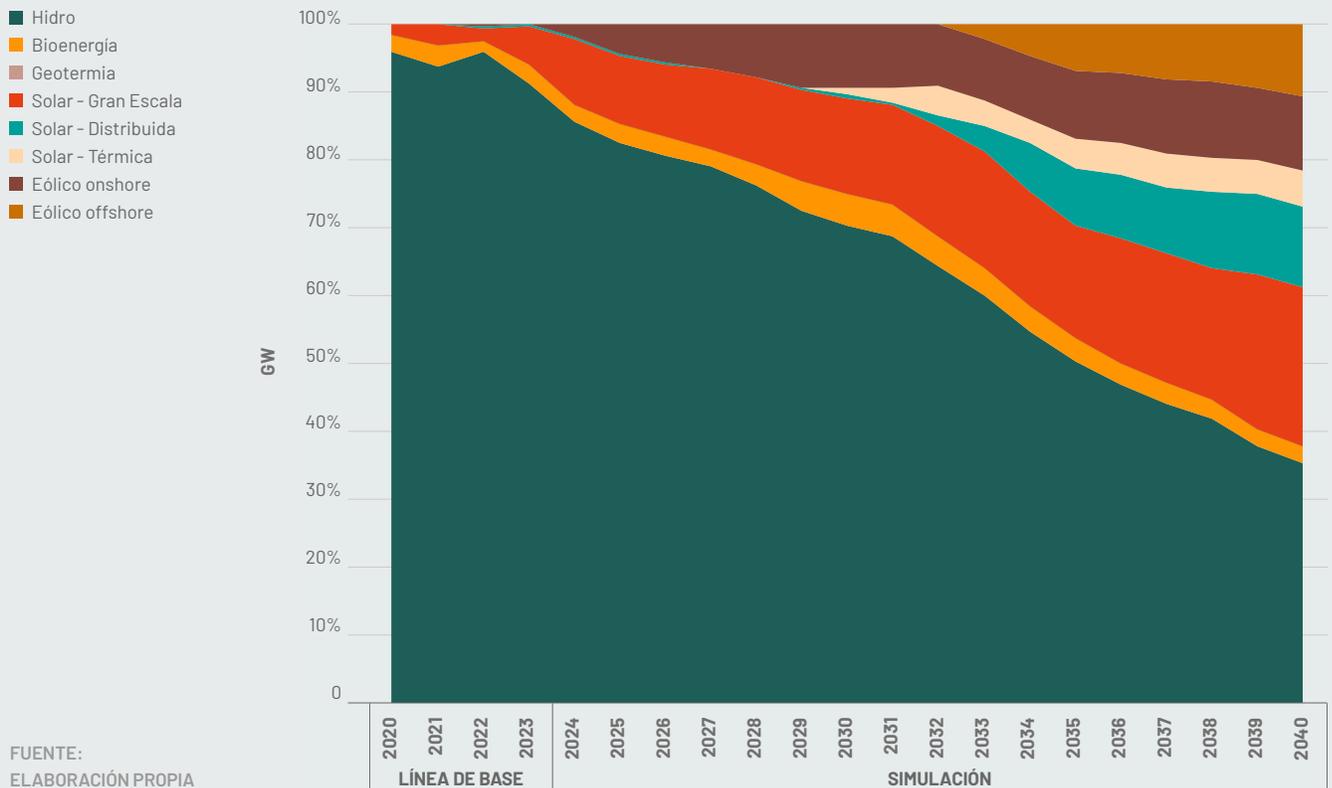


parque automotor (movilidad pública, privada y de carga) respecto del 0,05% (8.299 según el RUNT) de la flota vehicular existente. Para que sea factible el escenario, será crucial gestionar el balance energético para asegurar un suministro estable, evitando la dependencia de fuentes no renovables.

Por otro lado, como se muestra en la Figura 5, a medida que la hidroelectricidad cede espacio gradualmente en la matriz eléctrica colombiana, se abre la puerta a un crecimiento significativo de la energía solar y eólica. En particular, la energía solar a gran escala se

proyecta como la principal fuente renovable del futuro, impulsando la diversificación energética. Esta diversificación es clave para reducir la dependencia de la hidroelectricidad, que es vulnerable a las variaciones climáticas, y para fortalecer la resiliencia del sistema energético. A pesar de los avances en solar y eólica, persisten desafíos, ya que otras fuentes renovables como la bioenergía y la geotermia aún tienen una participación marginal en la matriz energética. Esto subraya la necesidad de incentivar su desarrollo para lograr una diversificación aún mayor y aprovechar plenamente el potencial renovable de Colombia.

FIGURA 5. RESULTADOS MODELACIÓN DEL ESCENARIO A 2040, EN TÉRMINOS DE PROPORCIÓN DE LAS DISTINTAS FUENTES RENOVABLES.



FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA

2.2.4. Conclusiones del caso de estudio

Al hacer un análisis de los escenarios modelados para Colombia se evidencia que

no es necesario enfocarse en una triplicación literal de la capacidad de energía renovable para cumplir con la meta global del Balance Mundial, ya que sobrepasaría la demanda de energía proyectada a 2030



(incluso, si se compara contra la proyección de demanda acelerada). En cambio, se considera viable adoptar un enfoque que combine la ampliación de la capacidad instalada con mejoras en la eficiencia energética, en el cual la capacidad instalada de las energías renovables en 2022 se incrementaría 1,64 veces a 2030 y 12,35 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible. Esta última cifra se debe a que la participación de las energías renovables diferentes a la hidráulica es mínima en Colombia.

De manera puntual, este incremento que se propone en el escenario de **“progresión sostenible de renovables”** permite que la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica pase de tener una participación del 66,83% en la matriz eléctrica para el año 2022 a un 80% al final del escenario de transición al 2030, en este sentido, aún se mantendría un 20% de fósiles en la generación eléctrica que provendría de gas natural y carbón.

El gobierno colombiano ha planteado una ambición que supera las proyecciones propuestas en este documento, lo que demuestra la viabilidad de alcanzar los objetivos modelados. Esta meta podría alcanzarse a través de una serie de factores como la inversión en infraestructura energética, la adopción de políticas que fomenten la producción de energía, el crecimiento de la demanda impulsado por el desarrollo económico, el hallazgo de nuevos recursos energéticos, y la transformación eléctrica del sector movilidad. Este enfoque integral refleja un compromiso con el desarrollo sostenible y el fortalecimiento del sector energético que permitirá a Colombia avanzar hacia una matriz eléctrica más sostenible y diversificada, aprovechando su abundante potencial en fuentes renovables como la solar y eólica. Lo cual, a partir de la oferta, podría funcionar como incentivo para la salida de los combustibles fósiles como recurso primario y se pueda llegar a generar 100% electricidad con fuentes renovables.



Capítulo 3. Argentina



CERRO FITZ ROY, SANTA CRUZ

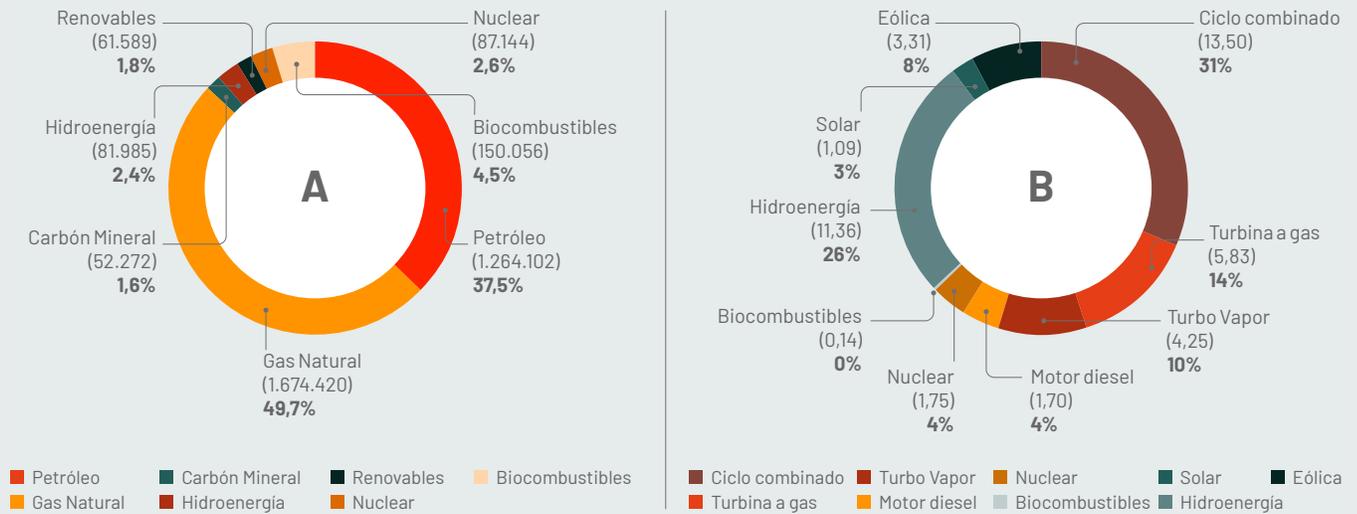


3.1 Contexto energético y de emisiones de GEI del sector

Desde 2018, Argentina ha mantenido una matriz total de energía con más de tres cuartas partes basada en combustibles fósiles. En

2022, el gas natural contribuyó con el 49,7%, seguido por el petróleo con el 37,5%. La energía nuclear (2,6%) e hidroeléctrica (2,4%) tuvieron contribuciones mucho menores a la matriz energética, junto con biocombustibles, energía eólica y solar que en conjunto representaron el 6,3% (IEA, s.f.b)

FIGURA 6. MATRIZ ENERGÉTICA (A) Y MATRIZ ELÉCTRICA (B) DE ARGENTINA.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. A. DATOS DE MATRIZ ENERGÉTICA DE 2022 TOMADOS DE IEA. (S.F.B). B. DATOS DE MATRIZ ELÉCTRICA DE 2022 TOMADOS DE (EMBER, S.F.). NOTA: SE PRESENTA ESTA INFORMACIÓN PARA EL AÑO 2022 A PESAR DE QUE EXISTE INFORMACIÓN MÁS ACTUALIZADA DADO QUE EL AÑO 2022 CORRESPONDE AL AÑO BASE DE LAS METAS GLOBALES DE TRIPLICAR ENERGÍAS RENOVABLES Y DUPLICAR EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Durante 2022, el 13,9% de la demanda total de energía eléctrica en Argentina fue cubierta por fuentes renovables, con la adición de ocho proyectos de gran escala que sumaron 47,57 MW al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) (Ministerio de Economía, 2023). Para ese año, el país contaba con 192 proyectos operativos que añadieron más de 5 GW (5.188 MW) a la matriz energética, abasteciendo la demanda de más de 5,3 millones de hogares (EMBER, s.f.). A finales de 2023, la capacidad instalada de energías renovables, excluyendo la hidroeléctrica, aumentó del 11,2% al 12,6%, impulsada principalmente por la energía eólica, que creció de 3,31 GW a 3,71 GW. En cuanto a la generación con renovables, la tecnología eólica fue la de mayor participación, aportando el 73%; seguida de la solar (15%), las bioenergías (6%) y los pequeños

aprovechamientos hidroeléctricos (5%). Finalmente, según el Informe Trimestral de Coyuntura Energética del primer trimestre de 2024 (Secretaría de energía, 2024), la capacidad instalada en el SADI fue de 43.872 MW, con una generación de 39.286 GWh, un 1,7% más que en el mismo periodo del año anterior. De esta generación, el 54,4% provino de fuentes térmicas, el 37,4% de renovables (incluyendo aprovechamientos hidráulicos mayores a 50 MW de potencia) y el 8,2% de energía nuclear.

En cuanto a las metas y objetivos definidos en instrumentos nacionales, la Ley 27.191 de Argentina, promulgada en 2015, establece el objetivo de obtener el 20% de la energía eléctrica de fuentes renovables para 2025 (Gobierno de Argentina, 2015). Adicionalmente, a través la Resolución 517/2023 de la



Secretaría de Energía se adoptó el Plan Nacional de Transición Energética a 2030 y los Lineamientos y Escenarios para la Transición Energética a 2050 ([Secretaría de energía, 2023a](#)). En referencia a la eficiencia energética, se establece como meta una reducción de al menos 8% de demanda energética a través del uso responsable de la energía a 2030 y del consumo más eficiente de la misma. Además, se propone superar el 50% de las energías renovables⁴ a 2030 en la generación eléctrica ([Secretaría de energía, 2023b](#)).

En relación con las emisiones de GEI, conforme al Quinto Informe Bienal de Actualización de Argentina ([MAyDS, 2023b](#)) las emisiones netas totales del año 2020 fueron estimadas en 376.441 GgCO₂e. de los cuales el 45,3% vienen del grupo IPCC de energía, seguido del grupo de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra con un 45% de las emisiones mencionadas, el restante proviene del grupo de procesos industriales y usos de productos (IPPU), y del sector de residuos. Adicionalmente, Argentina tenía en 2020 una emisión per cápita de CO₂ proveniente de la combustión de combustibles fósiles de 3,4 toneladas anuales, ubicándose entre las más altas de Latinoamérica ([MAyDS, 2023](#)).

En cuanto a metas y estrategias nacionales de cambio climático, Argentina presentó en 2020 la actualización de la NDC a través de la cual se compromete a no exceder la emisión neta de 359 MtCO₂e para todos los sectores en el año 2030 ([MAyDS, 2020](#)), meta que fue actualizada en 2021 con el fin de no superar la emisión neta de 349 MtCO₂e en el año 2030 ([Gobierno de Argentina, 2021](#)). Argentina también cuenta con una Estrategia de Desarrollo Resiliente con Bajas Emisiones a

Largo Plazo (ELP) con metas a 2050 ([Gobierno de Argentina, 2023c](#)). No obstante, aún no se encuentran establecidos los lineamientos o medidas específicas que indiquen cómo se implementará el desarrollo bajo en emisiones, para una transición justa con cero emisiones netas para mediados de siglo.

El 28 de junio de 2024, se aprobó la Ley 27742 de Bases y Puntos de Partida para la Libertad de los Argentinos ([República Argentina, 2024](#)), que tendrá efectos significativos en el sector energético. Una de las principales implicaciones es la unificación de los entes reguladores de gas y electricidad, lo que podría favorecer la permanencia del gas y otros combustibles fósiles en la matriz energética. Además, la ley introduce el Régimen de Grandes Inversiones (RIGI), que ofrece incentivos para grandes proyectos en sectores como minería, infraestructura, energía, petróleo y gas, con un enfoque especial en el desarrollo del gas natural licuado (GNL) para exportación. Este último, con una inversión proyectada de 50.000 millones de dólares en los próximos 15 años ([Einstoss, 2024](#)), podría dificultar el cumplimiento de las metas globales de descarbonización.

3.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Argentina

3.2.1. Comparación de escenarios

Para el caso de Argentina se modelaron en principio tres escenarios: escenario “*triplicar*”, escenario “*entrada de renovables*” y escenario “*progresión sostenible*”.

4 Este porcentaje incluye las energías renovables de la Ley 27.191 (2015) e hidroeléctricas mayores a 50 MW.

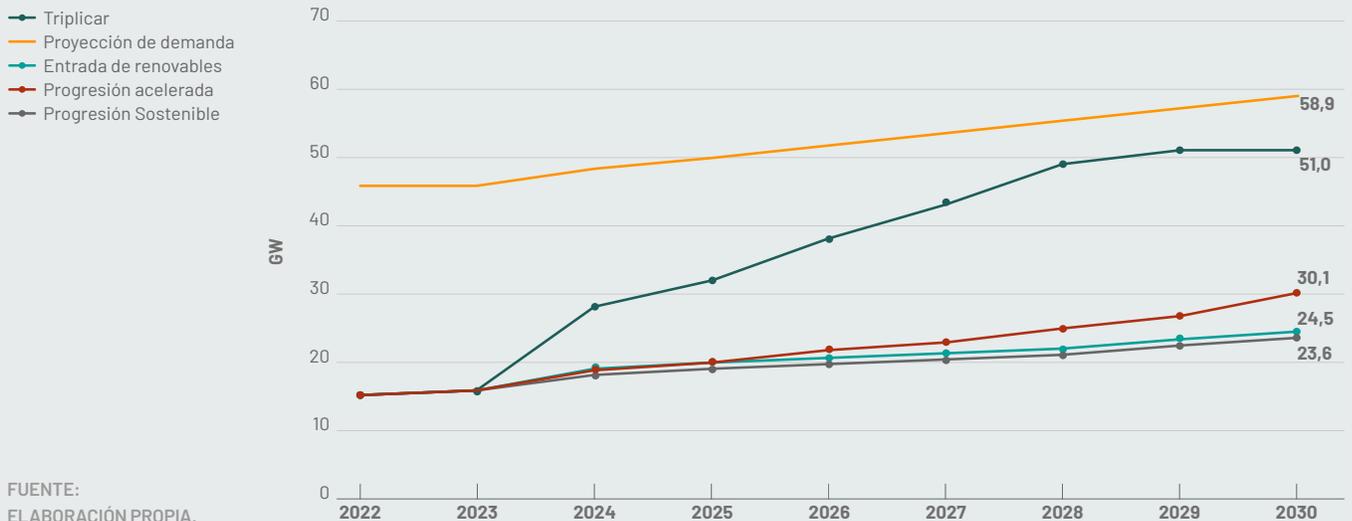


Para el caso de Argentina, en el escenario “**triplicar**” se proyecta un aumento significativo en la capacidad instalada de energías renovables, suficiente para satisfacer la demanda prevista para 2030. Este crecimiento también permitiría una contribución importante a la meta global de energías renovables; sin embargo, en comparación con los otros países analizados en este estudio, la participación actual de energías renovables en su matriz eléctrica es mucho menor (37,4%). Esto implica que para cumplir con una definición estricta de triplicar las energías renovables, se tendría que llegar a una capacidad instalada para la generación de electricidad cercana al 90% en 6 años lo que requeriría un esfuerzo enorme para el país dadas las condiciones exigentes para la expansión de este estilo que podrían, incluso, volver inviable este escenario⁵ (Ventimiglia

y González, 2023). Por este motivo, para el caso de Argentina se decidió modelar un escenario adicional de “**progresión acelerada**” (similar al que se construyó para Colombia) con el fin de plantear un escenario ambicioso que permitiera contrastarse con los otros escenarios previstos para los cuatro países. Estos escenarios, junto con la proyección de demanda de energía eléctrica para Argentina, se ilustran en la Figura 7.

Al analizar estos escenarios se encuentra que en el escenario de “**entrada de renovables**” se propone una ampliación de la capacidad instalada realista y alcanzable, teniendo en cuenta las limitaciones tecnológicas y económicas actuales. Este escenario, se enfoca en el desarrollo de fuentes renovables como la solar y eólica, que tienen un mayor potencial de crecimiento en Argentina.

FIGURA 7. ESCENARIOS MODELADOS PARA ARGENTINA A 2030



FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

Por otro lado, el escenario de “**progresión sostenible de renovables**” combina el aumento el incremento de la capacidad instalada

previsto bajo el escenario de entrada de renovables pero considerando los impactos de la duplicación de la eficiencia energética.

⁵ Esto, teniendo en cuenta que de continuar las tendencias de exploración y de explotación del gas en el país, se podría generar energía eléctrica con gas a bajos costos dado el aumento en la disponibilidad del recurso en el país.



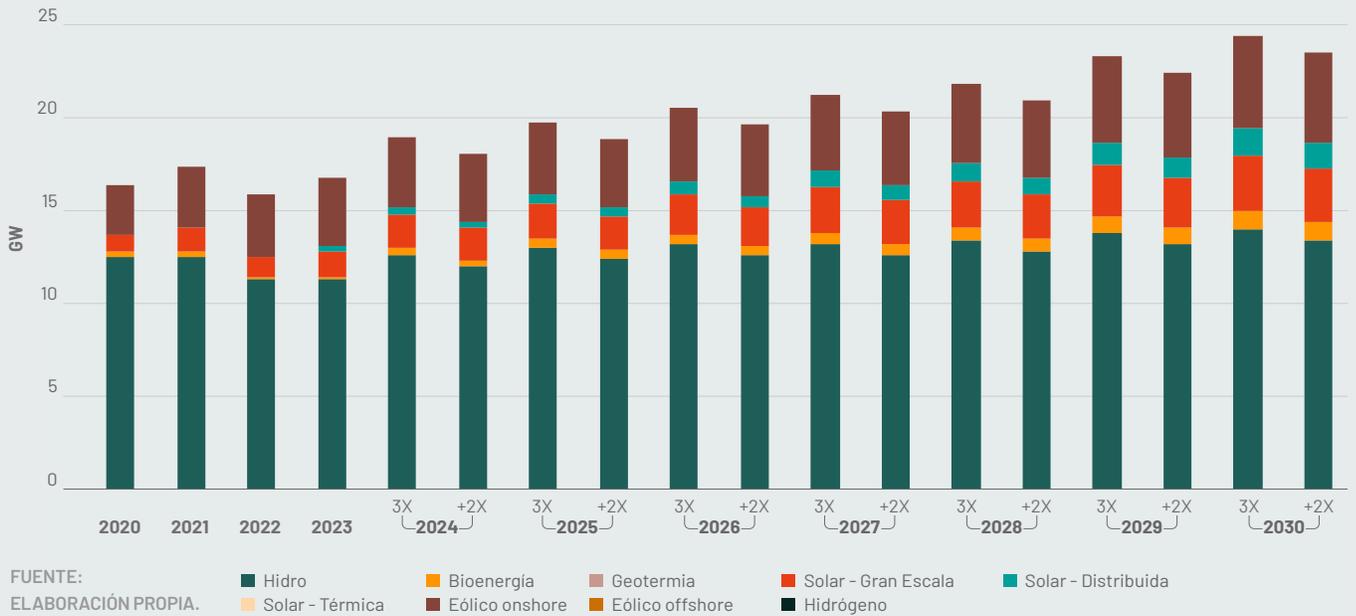
Sin embargo, como se mencionó anteriormente, al ver que la triplicación de la capacidad de renovables permitiría que el país se acerque a un 100% en su capacidad instalada se modeló un escenario más ambicioso de **“progresión acelerada”**, donde se propone una mayor ambición con un escenario en el que se alcanzaría una participación del 51% de las renovables en la matriz eléctrica, con lo cual se podría comenzar a considerar la transformación de sectores tradicionalmente dominados por los fósiles de manera parcial hacia la electrificación.

3.2.2. Detalle del escenario de Progresión Sostenible de Renovables

Al revisar los escenarios modelados para Argentina, se presenta un análisis más detallado para el de **“progresión sostenible”** dado que este escenario presenta una participación óptima de fuentes renovables – como la hidroeléctrica, solar (a gran escala y distribuida), eólica costa adentro y bioenergía – y en el que se evidencian los beneficios en términos de ahorro de capacidad instalada del lado de la oferta al duplicar la eficiencia energética en el lado de la demanda.

Con el fin de facilitar la visualización de dichos beneficios, se presenta la comparación entre los escenarios de entrada de renovables y el de progresión sostenible en la Figura 8.

FIGURA 8. RESULTADOS MODELACIÓN ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES PARA ARGENTINA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

NOTA: A PARTIR DEL AÑO 2024 HASTA EL 2030 SE PRESENTAN LAS PROYECCIONES PARA LOS ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES (BARRA 3X) Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES (BARRA +2X). ESTE ÚLTIMO SE CALCULA CON RESPECTO A LA DISMINUCIÓN EN CAPACIDAD INSTALADA DEBIDO A MEJORAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA.

En el **“escenario de progresión sostenible,”** la hidroelectricidad se mantendrá como una de las principales fuentes de energía en la matriz eléctrica de Argentina, contribuyendo con

un 57,1% y 13,46 GW de capacidad instalada para 2030. Aunque no se espera un aumento significativo en la capacidad instalada, se prevén algunos proyectos hidroeléctricos de



pequeña escala (0,9 GW), especialmente en la Patagonia. El potencial solar del noroeste también será crucial, con proyectos a gran escala que añadirán 3 GW y energía solar distribuida con 1,5 GW, alcanzando un 18,3% de la matriz para 2030. Además, se aprovechará el viento patagónico para generar unos 5 GW de energía eólica, representando un 20,4% de la matriz. Finalmente, Argentina, con su vasta producción agrícola, tiene un gran potencial para el desarrollo de bioenergía a partir de residuos agrícolas y forestales, lo que permitiría alcanzar 1 GW de capacidad instalada, equivalente al 4,1% de la matriz eléctrica en 2030.

En cuanto a los ahorros en el periodo que va de 2024 a 2030 se prevén ahorros en la capacidad instalada necesaria para satisfacer la demanda energética partiendo de una tasa de mejora de eficiencia energética de 1,8% en el 2023 y llegando a una tasa de 3,6% a 2030. En el caso de Argentina, esto se traduce en un ahorro total de 0,94 GW al final de esta década, los cuales se encontraría distribuidos de la siguiente manera:

- **Hidroeléctrica:** 0,53 GW.
- **Bioenergía:** 0,04 GW.
- **Energía solar a gran escala:** 0,12 GW.
- **Energía solar distribuida:** 0,06 GW.
- **Energía eólica *onshore*:** 0,19 GW.

Por otro lado, la incorporación de las fuentes de energía renovable en el sistema energético argentino tiene el potencial de lograr una reducción significativa en las emisiones de gases de efecto invernadero, estimada en un 7,9% para el año 2030. Este logro no solo contribuirá a la mitigación del cambio climático, sino que también posicionaría a Argentina como un líder regional en materia de energía renovable y desarrollo sostenible. Este

proceso de descarbonización del sector es fundamental para cumplir con los compromisos internacionales en materia de cambio climático, así como para mejorar la calidad del aire y la salud pública. Además, la transición energética representa una oportunidad para fomentar el desarrollo de nuevas industrias y empleos verdes, impulsando el crecimiento económico sostenible del país.

3.2.3. Conclusiones del caso de estudio

A pesar de que la “**triplicación**” de la capacidad de energías renovables respondería a la proyección de la demanda de energía eléctrica en Argentina, el “**escenario de progresión sostenible**” es más viable porque optimiza un paquete tecnológico costo eficiente y ajustado a las condiciones del país y en el que además se obtienen ahorros en capacidad instalada gracias a la duplicación en la eficiencia energética. Bajo este escenario, la capacidad instalada de las energías renovables a 2022 se incrementaría 1,48 veces al 2030 y en 2,22 veces si se excluyen las hidroeléctricas.

Este enfoque permitirá a Argentina avanzar hacia una matriz energética más sostenible y diversificada, aprovechando su abundante potencial en fuentes renovables como la solar y eólica, con lo cual se puede, a partir de la oferta, incentivar que se vaya saliendo de los combustibles fósiles como recurso primario y se pueda generar electricidad de manera limpia. De manera puntual, este incremento que se propone en el escenario de “**progresión sostenible de renovables**” permite que la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica con renovables pase de tener una participación de 36,4% en la matriz eléctrica a un 40% al final de la década.



Capítulo 4. Brasil



CAPITÓLIO, MINAS GERAIS

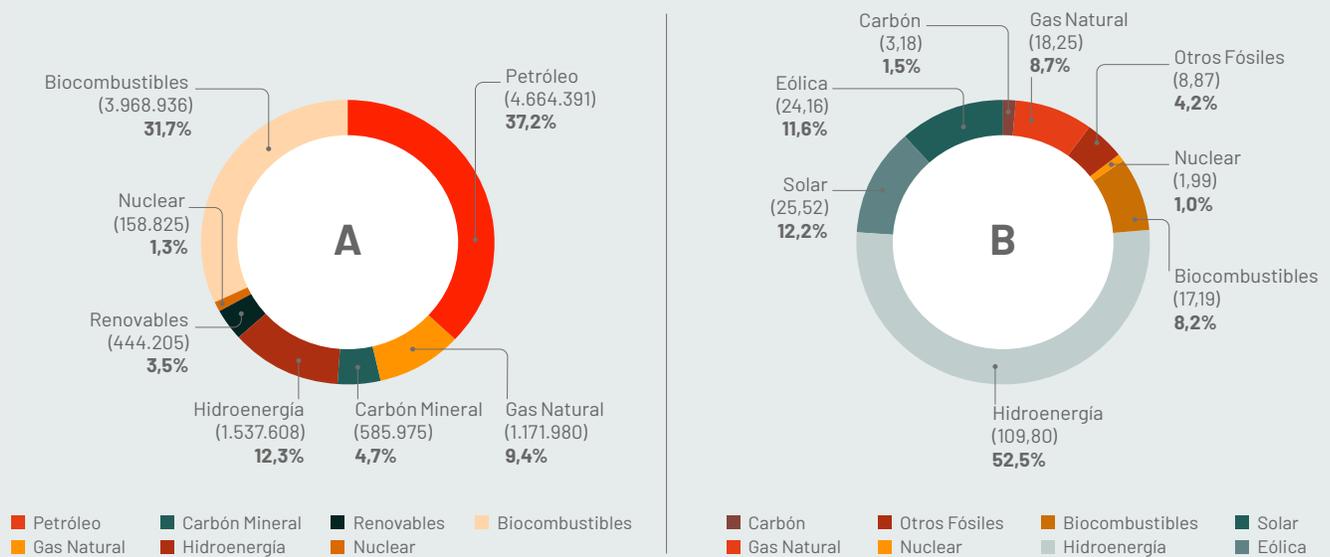


4.1. Contexto energético y de emisiones de GEI del sector

En la matriz energética de Brasil, los biocombustibles y el petróleo representan aproximadamente un tercio del suministro total, mientras que las fuentes fósiles como el gas natural y el carbón contribuyen con el 9,4% y el 4,7%, respectivamente (IEA, s.f.c). El gas natural es clave para la generación eléctrica, mientras que el carbón se usa principalmente en el sur del país para la

producción de energía. La participación de hidroenergía es del 12,3% y de renovables del 3,5% (Figura 9A). Por otro lado, la matriz eléctrica de Brasil se basa en gran medida en fuentes renovables, especialmente en energía hidroeléctrica, que representa casi dos tercios de la generación eléctrica y alrededor del 50% de la capacidad instalada (Figura 9B) (EMBER, s.f). Aunque la participación de las hidroeléctricas ha disminuido ligeramente debido al crecimiento de la energía solar y eólica, siguen siendo fundamentales en la estrategia energética del país.

FIGURA 9. MATRIZ ENERGÉTICA (A) Y MATRIZ ELÉCTRICA (B) DE BRASIL.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A DATOS DE MATRIZ ENERGÉTICA DE 2022 TOMADOS DE IEA.(S.F.C). B. DATOS DE MATRIZ ELÉCTRICA DE 2023 TOMADOS DE EMBER.(S.F.). NOTA: SE PRESENTA ESTA INFORMACIÓN PARA EL AÑO 2022 A PESAR DE QUE EXISTE INFORMACIÓN MÁS ACTUALIZADA DADO QUE EL AÑO 2022 CORRESPONDE AL AÑO BASE DE LAS METAS GLOBALES DE TRIPLICAR ENERGÍAS RENOVABLES Y DUPLICAR EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Brasil es el segundo mayor productor de energía hidroeléctrica del mundo después de China y ha mostrado un crecimiento prometedor en energías renovables como la eólica y la solar (IEA, 2021), con una capacidad proyectada de 217 GW a 2030 (Global Energy Monitor, 2023b). A pesar de sus metas de reducir emisiones de gases de efecto invernadero en un 48% para 2025 y un 53% para 2030 (Gobierno de Brasil, 2023), el país enfrenta desafíos por su dependencia del carbón y derivados del petróleo. Para 2030,

aspira a que entre el 45% y 50% de su energía provenga de fuentes renovables (IEA, s.f.), con 152 GW de energía eólica, 75 GW de solar a gran escala y 50 GW de solar a pequeña escala, y un aumento de capacidad hidráulica de 110 GW en 2020 a 128 GW en 2050 (Climate Investment Funds, 2021).

Desde la perspectiva política, el presidente actual ha presentado a su gobierno como defensor de las causas ambientales, pero también se ha enfrentado a críticas por sus señales



contradictorias sobre la expansión de la producción de petróleo del país, especialmente en lo que respecta a la [exploración petrolera en la desembocadura del río Amazonas](#) (Motoryn, 2024). Durante su discurso en la COP 28 pidió a los delegados que trabajen por una economía menos dependiente de los combustibles fósiles, pero ese mismo día confirmó la adhesión del país a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (Milhonrance, 2023). Además, el presidente de la petrolera estatal del país, Petrobras, anunció que espera abrir una filial en Arabia Saudí, después de haber anunciado también su intención de abrir una empresa en China, el mayor consumidor de petróleo brasileño.

Siguiendo las señales contradictorias, Brasil lidera la expansión prevista del gas en la región, con 49,2 GW en desarrollo ([Global Energy Monitor, 2022](#)). Si se construye, aumentará en un 350% la capacidad actual de Brasil. Este crecimiento del gas en Brasil está impulsado en gran medida por la Nueva Ley del Gas de Brasil, que entró en vigor en enero de 2022 y pretende aumentar la competencia en la industria del gas fósil. La Nueva Ley del Gas abre los mercados de este combustible a una mayor competencia y promueve el desarrollo por parte de empresas distintas de Petrobras (Sociedad de Economía Mixta). Además, la Ley de Privatización de Electrobras, aprobada por el Gobierno de Brasil en julio de 2021, obliga a construir 8 GW de nuevas centrales eléctricas de gas entre 2026 y 2030, haciendo que esta economía mantenga su dependencia del combustible fósil, y yendo en contravía de las proclamaciones del gobierno ([Global Energy Monitor, 2022](#)).

Brasil cuenta con una matriz energética diversificada, con una importante participación de fuentes renovables, como lo destaca la Empresa de Pesquisa Energética (2023). Programas como PROCEL y PEE han sido fundamentales para impulsar la eficiencia energética en el sector eléctrico. Sin embargo, la alta dependencia de la energía hidroeléctrica, que representa más del 60% de la generación eléctrica, plantea riesgos en periodos de sequía, como lo evidenció la crisis energética de 2021.

El Plan Nacional de Energía 2050 ([PNE 2050](#)) de Brasil establece metas ambiciosas para la eficiencia energética, como la reducción del 10% en la intensidad energética final para 2030. El PNE 2050 también destaca la importancia de diversificar la matriz energética, incentivando la generación de energía solar y eólica, y optimizando el uso de la energía hidroeléctrica a través de la gestión eficiente de los embalses.

4.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Brasil

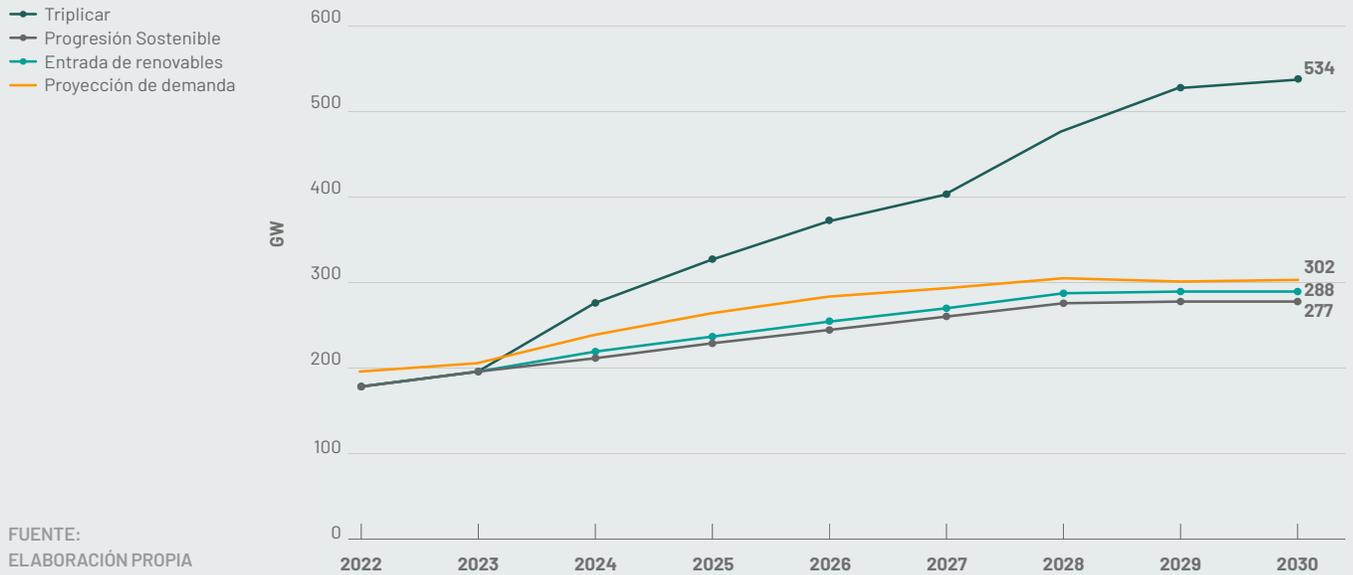
4.2.1. Comparación de escenarios

Para Brasil se modelaron tres escenarios: escenario “**triplicar**”, escenario “**entrada de renovables**” y escenario “**progresión sostenible**”, los cuales se ilustran en la Figura 10. En esta gráfica se ve como se da el incremento en la capacidad instalada de fuentes renovables hasta el año 2030⁶.

6 Para el caso de Brasil no se construyó un escenario de “progresión acelerada” debido a que los escenarios de “entrada de renovables” y “progresión sostenible” están muy cerca de cubrir la demanda de energía proyectada para 2030.



FIGURA 10. ESCENARIOS MODELADOS PARA BRASIL A 2030



FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA

El gráfico revela que en el escenario “**triplicar**” para Brasil, se llegaría a una capacidad instalada de energías renovables de 524 GW, que superaría el nivel requerido para cubrir la proyección de la demanda energética de Brasil a 2030. En consecuencia, seguir la definición literal de triplicar la capacidad instalada de fuentes renovables para el caso de Brasil no sería necesario, teniendo en cuenta además que las fuentes renovables ya tienen un 88% de participación en la capacidad instalada para generación de energía eléctrica. Por otro lado, el escenario de “**entrada de renovables**” propone una ampliación de la capacidad instalada que si bien es exigente, se encuentra alineado con las proyecciones de demanda y en el desarrollo sostenible de fuentes renovables, sin dejar de lado la hidráulica, pero enfocándose más en otras alternativas como la bioenergía, solar y eólica, que tienen un mayor potencial de crecimiento en Brasil.

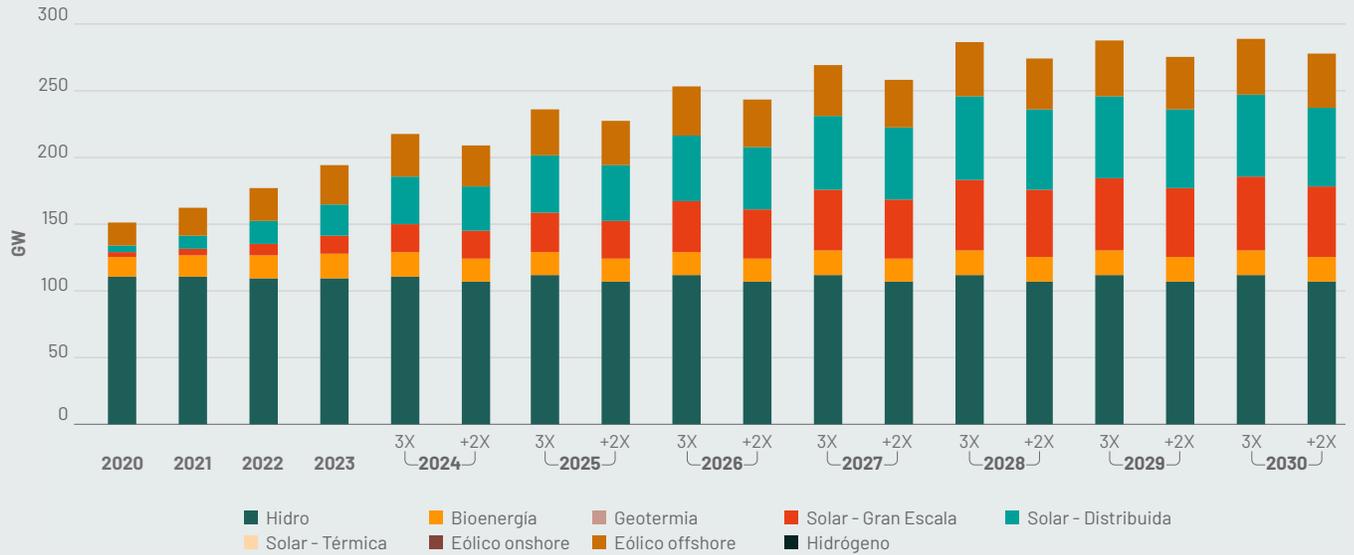
En el escenario “**progresión sostenible de renovables**” se mantiene la tasa de crecimiento y participación de las fuentes renovables, pero se analiza el impacto en la

capacidad instalada y la generación eléctrica al duplicar la eficiencia energética en los sectores productivos para 2030.

Bajo este escenario, se proyecta que la capacidad instalada solar alcanzará los 116 GW, lo que representará el 40,3% de la matriz eléctrica, superando a la hidroelectricidad como principal fuente de generación. Este avance se suma al potencial solar actual, donde 54 GW provendrán de instalaciones a gran escala en el noreste del país, aportando el 18,8% de la matriz, y 62 GW de solar distribuida en áreas remotas y rurales, representando el 21,5%. Aunque la hidroelectricidad disminuirá en participación relativa, seguirá siendo significativa con un 38,9% y 107,7 GW de capacidad instalada. Brasil también aprovechará su potencial eólico, especialmente en las regiones noreste y sur, con parques eólicos que incrementarán su participación al 14,2% y una capacidad de 39,4 GW. Como líder en biocombustibles, el país continuará desarrollando bioenergía a partir de residuos agrícolas y forestales, que representará el 6,6% de la matriz eléctrica con 18,3 GW de capacidad instalada.



FIGURA 11. RESULTADOS MODELACIÓN ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES PARA BRASIL.



NOTA: A PARTIR DEL AÑO 2024 HASTA EL 2030 SE PRESENTAN LAS PROYECCIONES PARA LOS ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES (BARRA 3X) Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES (BARRA +2X). ESTE ÚLTIMO SE CALCULA CON RESPECTO A LA DISMINUCIÓN EN CAPACIDAD INSTALADA DEBIDO A MEJORAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA.

FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

Por otro lado, pasar de una tasa de eficiencia energética del 2% (CEPAL, 2015) a una de 4% a partir de 2024 (fecha que se supone en este estudio) no solo reduce la demanda energética total, sino que también permite un ahorro de 11,08 GW para 2030, según el “**escenario de progresión sostenible**”. Este ahorro se puede distribuir en diversas fuentes tales como la hidráulica en la que se observa un ahorro de 4,3 GW, seguidos del ahorro en solar a gran escala (2,1 GW), en solar distribuida (2,38 GW), en eólica costa adentro (1,57 GW) y en bioenergía (0,73 GW). Este ahorro energético no solo reduce la necesidad de nuevas plantas de generación, sino que también disminuye la presión sobre los recursos naturales y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.

Gracias al incremento previsto de las fuentes renovables tales como la bioenergía, la energía solar (tanto distribuida como a gran escala) y la

energía eólica terrestre bajo este escenario, se estima que podría alcanzarse una reducción de emisiones del 6,8% frente al año base durante esta década, la cual estaría generada por la creciente integración de fuentes renovables.

Esta transformación se alinea con la creciente demanda energética del país y la necesidad de diversificar la matriz, históricamente dependiente de la hidroelectricidad. La incorporación de estas fuentes no solo disminuye la huella de carbono, sino que también fortalece la seguridad energética y reduce la vulnerabilidad ante las fluctuaciones climáticas.

De esta manera, Brasil podría aumentar su ambición fuera de las generación con hidroeléctricas a gran escala y mejorar los avances en eficiencia energética. Asimismo, se pone de manifiesto que las metas prioritarias para este país deberían orientarse a la eliminación progresiva de los combustibles



fósiles en su matriz eléctrica y, particularmente, a evitar la construcción de nuevas plantas de energía a base de carbón. No obstante, Brasil también lidera la expansión del gas en la región, por lo que se torna crucial proteger la matriz eléctrica de la penetración del gas natural y otros hidrocarburos.

4.2.2. Conclusiones del caso de estudio

Triplicar la capacidad de energías renovables a 2030 no es necesario para Brasil dado que con esta capacidad se supera ampliamente la demanda proyectada para todo el periodo desde 2022 a 2030. El “**escenario de progresión sostenible**” de renovables para Brasil prevé que se llegará a una capacidad instalada de energías renovables de 277 GW a 2030

(considerando los ahorros por la duplicación de la eficiencia energética) lo que equivale a aumentar 1,56 veces la capacidad instalada de 2022, esto permitiría a Brasil avanzar hacia una matriz energética más sostenible y diversificada. Al excluir las hidroeléctricas de la proyección, la capacidad instalada del resto de las energías renovables se incrementaría 2,52 veces con respecto a la capacidad instalada de 2022. Este incremento que resulta del “**escenario de progresión sostenible**” permite que la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica renovable pase de tener una participación del 85,8% en la matriz eléctrica a un 96% al final del escenario de transición, reduciendo así la dependencia en las fuentes fósiles en la generación de energía.



Capítulo 5. Chile



RESERVA NACIONAL LOS FLAMENCOS, ANTOFAGASTA

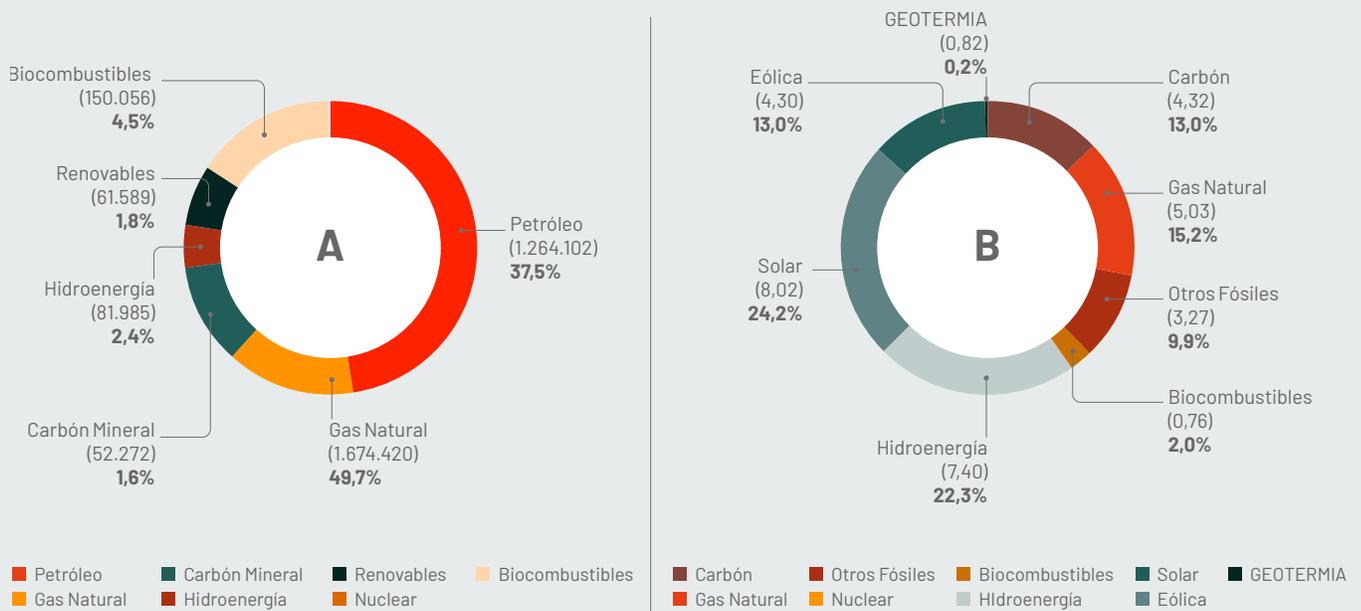


5.1 Contexto energético y de emisiones de GEI del sector

El panorama energético de Chile está dominado por los combustibles fósiles, que constituyen aproximadamente dos tercios de su suministro total de energía. El petróleo, el carbón y el gas natural son contribuyentes

importantes (72%), mientras que el resto proviene de biocombustibles, hidroeléctricas, energía eólica y solar (Figura 12A). Hasta el año 2022, la energía a partir de gas natural representaba 16%, carbón 14,9% y petróleo 8,5%. Las energías renovables representaron 35,5% (solar 22,4% y eólica 13,1%) y las energías de hidroeléctricas el 25,1% (Figura 12B).

FIGURA 12. MATRIZ ELÉCTRICA (A) Y MATRIZ ENERGÉTICA (B) DE CHILE.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. A. DATOS DE MATRIZ ENERGÉTICA DE 2022 TOMADOS DE [IEA, S.F.D.](#) B. DATOS DE MATRIZ ELÉCTRICA DE 2022 TOMADOS DE [EMBER, S.F.](#) NOTA: SE PRESENTA ESTA INFORMACIÓN PARA EL AÑO 2022 A PESAR DE QUE EXISTE INFORMACIÓN MÁS ACTUALIZADA DADO QUE EL AÑO 2022 CORRESPONDE AL AÑO BASE DE LAS METAS GLOBALES DE TRIPLICAR ENERGÍAS RENOVABLES Y DUPLICAR EFICIENCIA ENERGÉTICA.

El sector eléctrico de Chile ha experimentado un crecimiento anual importante ya que en el 2022 contaba con una capacidad instalada de 29,14 GW, mientras que en el 2023 su capacidad total instalada fue de 31,75 GW ([EMBER, s.f.](#)). De esa capacidad, 64% corresponde a energías renovables y 41% a energía solar y eólica. ([Ministerio de Energía, 2024](#); [EMBER, s.f.](#)). Este crecimiento ha sido impulsado por las condiciones geográficas favorables, especialmente en el desierto de Atacama, donde se inauguró en 2021 la primera planta de energía solar concentrada de 110 MW.

El consumo de 83,61 TWh en 2023 evidencia la alta demanda de energía eléctrica del país y la importancia de diversas fuentes de energía para satisfacer esta necesidad ([EMBER, s.f.](#)), donde el sector industrial es el principal participante con un consumo final total de aproximadamente el 59%, seguido por el sector residencial (19,6%), el sector comercial y de servicios públicos (16,7%), el sector de agricultura (3%), el sector transporte (1,6%) y el sector pesquero (0,1%) ([IEA, s.f.d.](#)).

En cuanto a metas específicas del sector energético, Chile ha comenzado un proceso de



eliminación gradual de las plantas de energía a base de carbón para 2040, esperando cerrar el 31% de la capacidad instalada para 2024 (aproximadamente 1,7 GW) y sustituir el resto para 2040 (el total de capacidad instalada en 2019 era de 5,53 GW) ([Ministerio de energía de Chile, s.f.](#)). Complementariamente, en Chile se dejarán de construir nuevas centrales eléctricas de carbón para evitar inversiones en activos varados. Estas acciones están enmarcadas en compromisos internacionales suscritos por el país tales como el *No New Coal Power Compact*, *Powering Past Coal Alliance* y la Declaración de Transición de Carbón a Energía Limpia Global.

Adicionalmente, el gobierno chileno planteó como meta generar el 60% de su electricidad a partir de fuentes renovables para 2035 (meta ya alcanzada) y al menos el 70% para 2050 en el marco de su política energética a 2050 ([Gobierno de Chile, s.f.](#)). Por otro lado, en el año 2021 Chile se comprometió a como parte de su participación en la iniciativa regional RELAC a alcanzar al menos 80% de participación de energías renovables en la capacidad instalada y 80% de participación de las renovables en la generación de energía a 2030 ([Hub de Energía, s.f.](#)).

Respecto de las metas relacionadas con el incremento de eficiencia energética, Chile ha presentado la meta al 2050 de que todas las edificaciones nuevas tengan estándares OCDE de construcción eficiente, y cuenten con sistemas de control y gestión inteligente de la energía ([Gobierno de Chile, s.f.](#)). Asimismo, se habrán adoptado los más altos estándares internacionales sobre eficiencia energética en los distintos modos de transporte, contribuyendo así a los compromisos de reducción de

emisiones de GEI. En esta línea, la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) la cual ha sido fundamental en la implementación de políticas como la Ley de Eficiencia Energética, ha establecido estándares mínimos de eficiencia los cuales han generado resultados tangibles, logrando reducir el consumo de electricidad de los edificios que en 2017 era de 80,5 kWh/m²/año a 65 kWh/m²/año en 2023 ([Ministerio de Energía de Chile, 2023](#)).

Todo lo anterior se complementa con las metas y estrategias climáticas de mediano y largo plazo formuladas por el gobierno chileno tales como la Contribución Nacionalmente determinada actualizada en el año 2020 ([Gobierno de Chile, 2020](#)), en la que se establece el compromiso de no superar las 1.100 MtCO₂eq acumuladas entre el 2020 y 2030, así como de no exceder un máximo de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq al 2030. Chile también cuenta con una Estrategia Climática de Largo Plazo con la que se pretende llegar al cero neto de emisiones a 2050 ([Gobierno de Chile, 2021](#)).

5.2. Contextualización de triplicar Renovables y doblar Eficiencia Energética en Chile

5.2.1. Comparación de escenarios

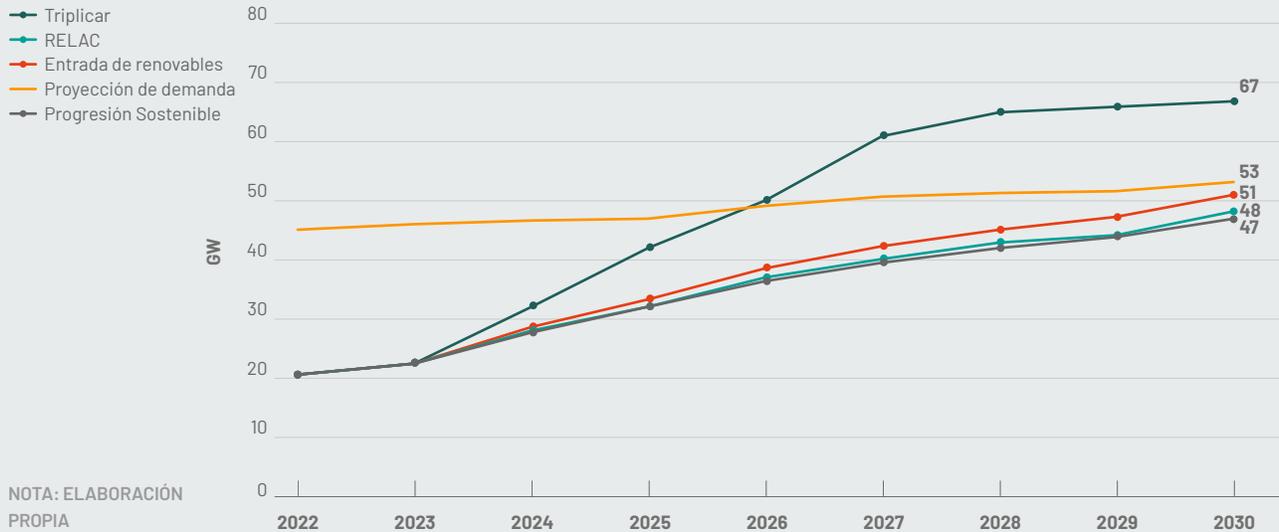
De manera similar a los casos de Brasil y Colombia, bajo el escenario “**triplicar**” para Chile se prevé una entrada de renovables que excede la demanda proyectada para 2030. Sin embargo, es solo hasta 2028 cuando la oferta empieza a superar a la demanda en este escenario. Adicionalmente, al enfocarse en los escenarios de “**entrada**



de renovables” y “**progresión sostenible**” (Figura 17), se observa un incremento de las renovables a 2030 que oscila entre 2,3 y 2,5 veces la capacidad instalada de 2022. Esto evidencia que a pesar de que en Chile no sea necesario pensar en triplicar la capacidad

de energías renovables, la tasa de entrada de renovables que se requiere para cubrir la demanda es mayor a la que se requiere para los casos de Colombia y Brasil, cuyas matrices eléctricas tienen una mayor participación de este tipo de energías.

FIGURA 13. ESCENARIOS MODELADOS PARA CHILE A 2030



NOTA: ELABORACIÓN PROPIA

El escenario de “**entrada de renovables**” propone una ampliación de la capacidad instalada de 51 GW a 2030 que mantiene la eficiencia energética actual, considerando algunas limitaciones tecnológicas y económicas. El escenario de “**progresión sostenible**” puede lograr, a partir de las mejoras en eficiencia, el mismo nivel de generación de energía renovable con 47,1 GW, en lugar de 51 GW, lo cual implicaría una menor inversión en infraestructura y una reducción de costos de demanda de recursos para la instalación de los proyectos.

Cabe mencionar que el escenario “**RELAC**”, no dista significativamente del escenario de “**progresión sostenible**” en términos de capacidad instalada. Esto sugiere que ambos escenarios podrían ser compatibles, sin

requerir una transformación radical del sistema, mediante la incorporación de medidas de eficiencia energética que optimicen el consumo y reduzcan el desperdicio de energía.

5.2.2. Detalle del escenario de Progresión Sostenible de Renovables

Bajo el escenario de “**progresión sostenible**” se proyecta que para 2030 las energías renovables alcancen 50,9 GW de capacidad instalada, representando el 96% de la matriz eléctrica de Chile. Este crecimiento acelerado se debería especialmente al incremento en la energía solar a gran escala y en la eólica terrestre, cuyas capacidades se multiplican por tres y dos, respectivamente, en varios años del período proyectado. En esta línea, se observa un aumento constante de la capacidad



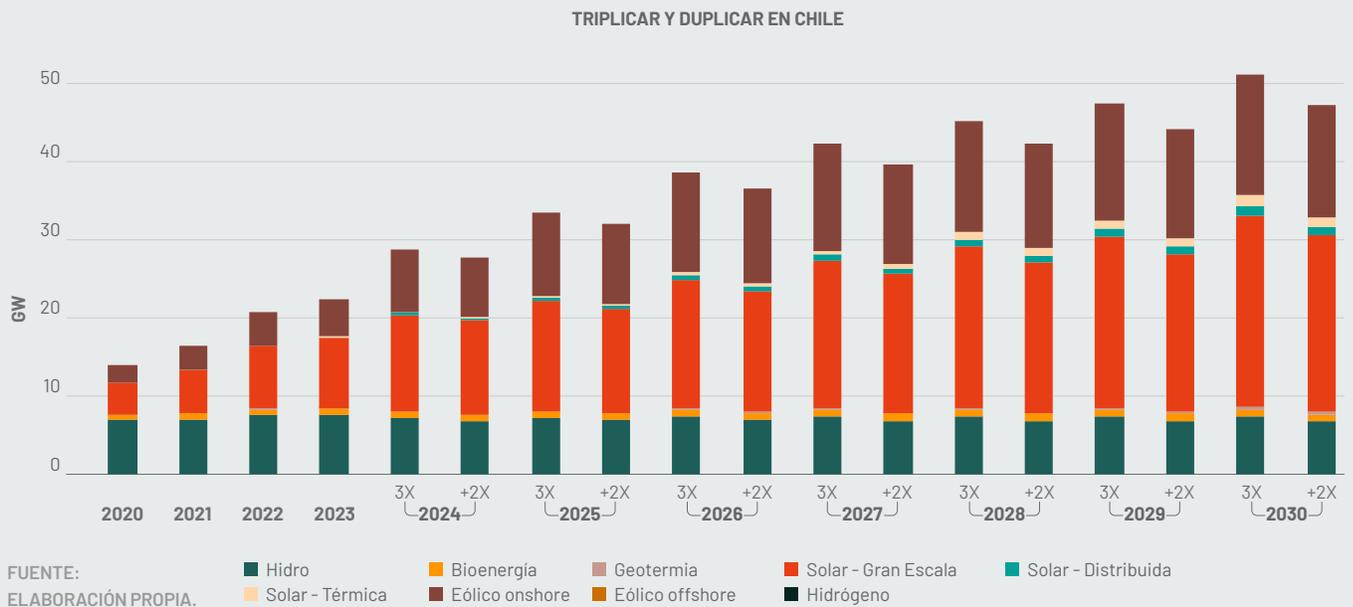
solar a gran escala, que llegará a 24,9 GW en 2030, cubriendo el 48,7% de la matriz eléctrica. La energía solar distribuida y térmica también presentan un crecimiento sostenido.

Por otro lado, las condiciones favorables del extenso litoral y las zonas montañosas de Chile permitirán un incremento significativo en la energía eólica terrestre, alcanzando 14,3 GW en 2030, lo que representa el 30,4% de la matriz eléctrica. Aunque la hidroelectricidad seguirá siendo una fuente importante, su participación relativa disminuirá al 14,1%, con 7,2 GW instalados para 2030. Chile, ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, tiene un gran potencial en energía geotérmica, lo que permitirá un crecimiento moderado de la geotermia y la

bioenergía, alcanzando 1,3 GW en 2030, representando el 2,7% de la matriz eléctrica.

En cuanto a ahorros en capacidad instalada, se prevé un ahorro acumulado 3,92 GW entre 2024 y 2030 bajo el escenario de “**progresión sostenible**” gracias al incremento del 2% al 4% en eficiencia energética (Figura 18). Si se desagrega este ahorro considerando los tipos de tecnología, se prevé un ahorro de 1,87 GW en energía solar a gran escala, de 1,19 GW en energía eólica terrestre o costa adentro y de 0,55 GW de energía hidráulica. Adicionalmente, se lograrían ahorros menores pero importantes en geotermia (0,024 GW) y bioenergía (0,076 GW), así como en energía solar distribuida (0,092 GW) y energía solar térmica (0,11 GW).

FIGURA 14. RESULTADOS MODELACIÓN ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES PARA CHILE.



NOTA: A PARTIR DEL AÑO 2024 HASTA EL 2030 SE PRESENTAN LAS PROYECCIONES PARA LOS ESCENARIOS DE ENTRADA DE RENOVABLES (BARRA 3X) Y DE PROGRESIÓN SOSTENIBLE DE RENOVABLES (BARRA +2X). ESTE ÚLTIMO SE CALCULA CON RESPECTO A LA DISMINUCIÓN EN CAPACIDAD INSTALADA DEBIDO A MEJORAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA.



En cuanto a la reducción de emisiones, de acuerdo con el escenario de **“progresión sostenible”** se obtendría una disminución del 40,9% en 2030 en las emisiones de GEI en comparación con los niveles previos a la integración de estas fuentes renovables. Este avance es un reflejo del compromiso de Chile con la descarbonización de su economía y la lucha contra el cambio climático.

5.2.3. Conclusiones del caso de estudio

En el escenario de **“progresión sostenible de renovables”** para Chile la capacidad instalada de energías renovables se multiplicaría por 2,28 con respecto a la capacidad instalada observada en 2022, alcanzando 47 GW a 2030; esto equivale a que la participación de las energías renovables en la capacidad instalada de la matriz eléctrica aumente del 62%

en 2022 al 96% en 2030. Al excluir la energía hidráulica, la capacidad de las demás fuentes renovables se multiplicaría por 3,07.

Este enfoque permitirá a Chile avanzar hacia una matriz energética más sostenible y diversificada, aprovechando su abundante potencial en fuentes renovables como la solar y eólica. Chile es el único país que, en estos escenarios, incluye la participación de energía solar térmica y geotermia, mostrando un avance en la exploración de nuevos recursos renovables, aunque estas fuentes aún no sean predominantes. Los esfuerzos de Chile conducentes a promover la entrada de energías renovables y a mejorar la eficiencia energética en el país hacen que este escenario planteado no solo sea viable sino que puede ayudar a posicionar a Chile como líder de la transición energética global.

Capítulo 6. Análisis comparativo regional



Para evaluar el progreso de los países latinoamericanos hacia una matriz eléctrica más renovable y eficiente, se realiza un análisis comparativo entre Argentina, Brasil, Chile y Colombia. Este análisis se centra en las tendencias actuales y los escenarios propuestos a 2030 sobre la contextualización de las metas de triplicación de la capacidad de generación eléctrica a partir de fuentes renovables y la duplicación de la tasa de mejora de eficiencia energética en los sistemas de generación eléctrica.

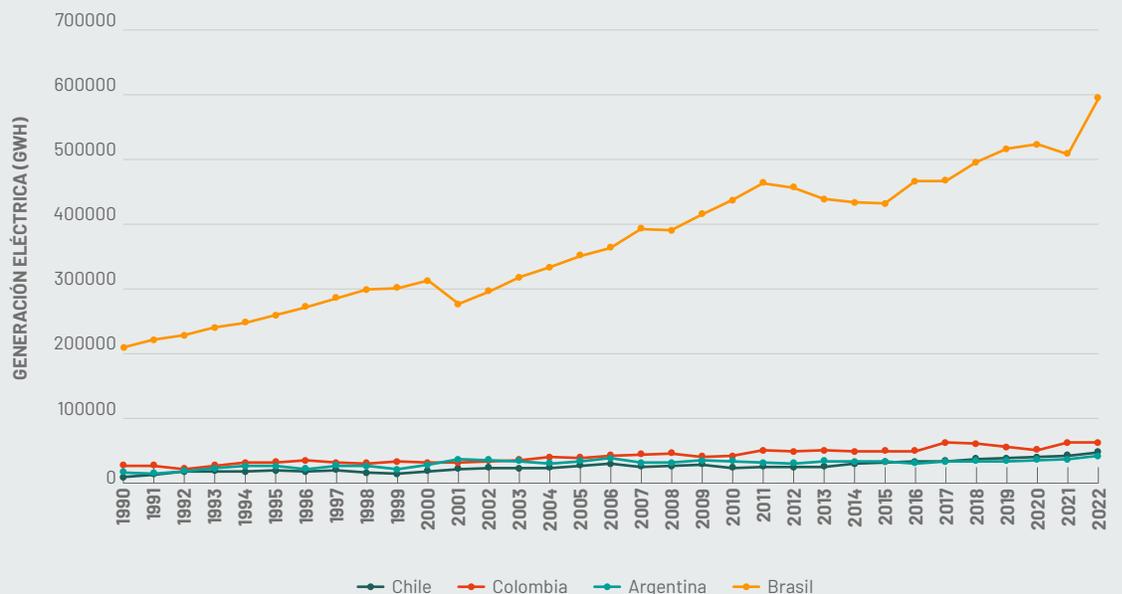
Generación de Electricidad Renovable: Tendencias y Desafíos para cumplir las metas

Un análisis de la generación de electricidad renovable entre 1990 y 2022 (Figura 15) revela un aumento en Colombia de 128%, en Argentina de 136%, Brasil de 182% y en mayor medida en Chile del 390%. Aunque Brasil muestra un mayor crecimiento nominal, partía de una capacidad instalada superior a

la de los otros tres países desde 1990. Adicionalmente, el crecimiento de la generación de energía renovable en Latinoamérica entre 2000 y 2022 fue de 59,2% de manera que los cuatro países se encuentran por encima del crecimiento porcentual de la región.

Al examinar el cambio porcentual anual en la generación de energía eléctrica entre 2019 y 2022 (Figura 15), se observa que no hay un crecimiento continuo en Colombia, Argentina y Brasil, en contraste con Chile que año a año ha ido incrementando su producción, lo que se alinea con sus metas en los planes nacionales y en la NDC. Por otro lado, en Brasil la generación con fuentes renovables tuvo un incremento en 2019 y 2020, pero disminuyó 3% en 2021, y luego volvió a incrementar en el 2022 en un 14,5%, por lo que no se mantiene la tendencia creciente. Estas fluctuaciones pueden atribuirse a diversos factores, como coyunturas políticas y variaciones climáticas. Los cambios de gobierno pueden afectar el apoyo a las energías

FIGURA 15. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (GWH) A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES EN LOS CUATRO PAÍSES DURANTE EL PERIODO 1990 Y 2022



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IEA, 2024.



renovables, mientras que variaciones climáticas como los fenómenos de El Niño y La Niña⁷ impactan la disponibilidad de recurso hídrico para la generación de energía. Esto

es especialmente relevante y se vuelve un desafío para Brasil y Colombia que cuentan con una alta dependencia hídrica en su matriz eléctrica.

FIGURA 16. CAMBIO PORCENTUAL EN LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (GWh) A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES EN LOS CUATRO PAÍSES, PERIODO ENTRE 2019 Y 2022



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IEA, 2024.

Al comparar el progreso de los cuatro países, Chile se destaca por combinar el crecimiento de las energías renovables con metas ambiciosas de eficiencia energética. Argentina, Brasil y Colombia, aunque han avanzado en la expansión de las renovables, deben fortalecer sus esfuerzos en eficiencia energética.

Entrada de renovables en la región

Los desafíos de la hidroelectricidad como la variabilidad climática y los impactos ambientales, hacen necesaria su complementación con fuentes alternativas como la solar y la

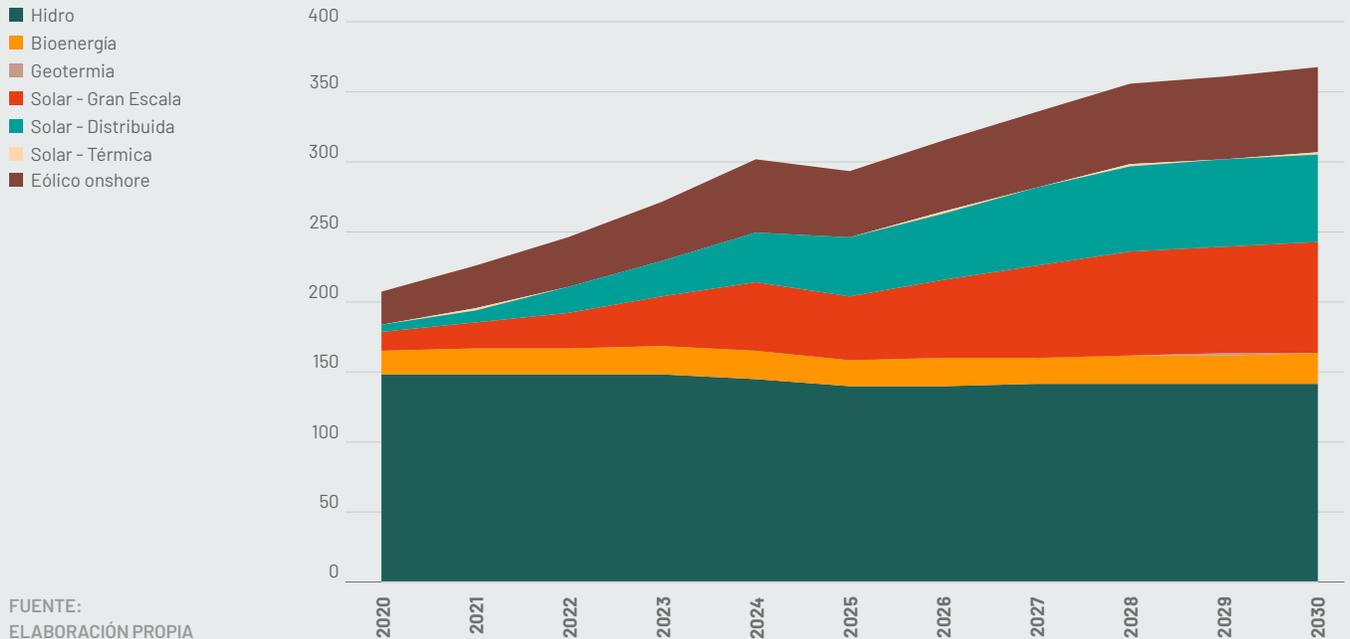
7 Los dos fenómenos afectan de manera intermitente la periodicidad de las precipitaciones, esto impacta la cantidad de energía que pueden generar las hidroeléctricas. Al ser esta una fuente con alta participación en la matriz eléctrica en estos países, en momentos de escasez de agua se tiene una menor participación de renovables, y la energía térmica, principalmente a base de carbón y gas fósil, cubre lo equivalente al déficit de producción energética por falta de agua.



eólica, cuyos costos han bajado significativamente. La proyección para 2030 prevé que la matriz eléctrica experimente un cambio notable: la hidroelectricidad seguirá siendo relevante, pero cederá terreno a otras energías renovables más económicas. **Esto permitiría que Chile, Colombia, Brasil y Argentina**

alcancen, en promedio, un 75% de generación eléctrica renovable y reduzcan en un 15% el uso de combustibles fósiles, blindando principalmente la entrada de gas fósil a la matriz, especialmente para Brasil, Colombia y Chile, y **desplazándose en** mayor medida en Argentina, de llegar a darse las condiciones.

FIGURA 17. ENTRADA DE RENOVABLES EN LOS CUATRO PAÍSES DE ESTUDIO



FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA

Chile, se posiciona como líder en energía solar (24,9 GW) y eólica (14,3 GW). Colombia, con su potencial hidroeléctrico ya desarrollado, puede enfocarse en optimizar la gestión de su recurso hídrico con fuentes, como la solar (3,2 GW) y eólica (1,9 GW). Brasil, pionero en bioenergía (18,3 GW) y con un creciente desarrollo eólico (39,4 GW), puede diversificar aún más su matriz. Argentina, con recursos solares (4,3 GW) y eólicos abundantes (4,8 GW), tiene la oportunidad de acelerar su transición y fortalecer la integración energética regional.

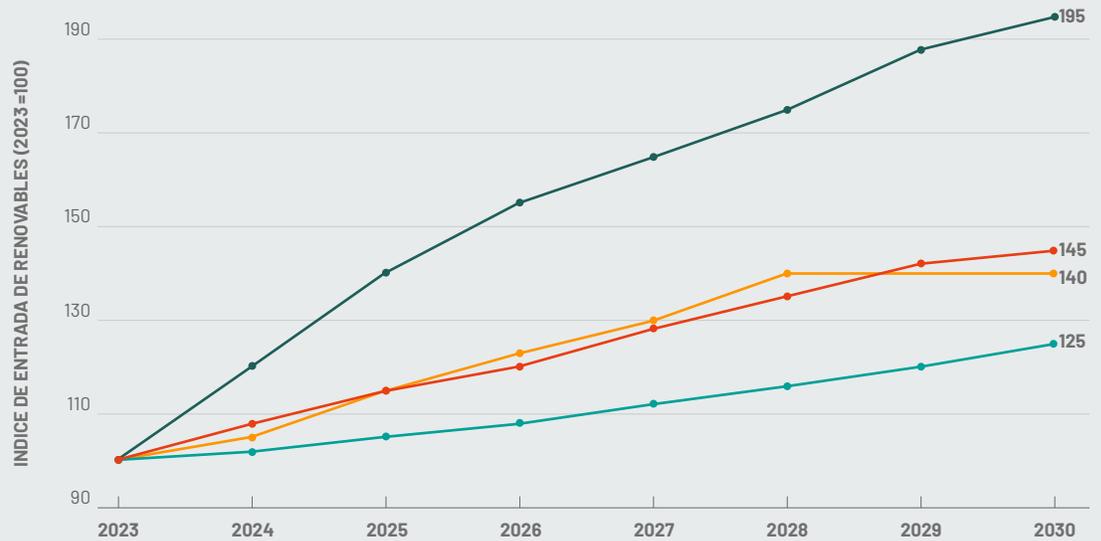
Finalmente, si bien es crucial comprender el contexto regional, también es fundamental analizarlos a la luz de los esfuerzos de cada

país, considerando sus condiciones particulares. La Figura 18 ilustra esta perspectiva al construir un índice donde la matriz energética actual equivale a 100. Observamos que Chile tiene el potencial de llevar a cabo una expansión significativa, prácticamente duplicando su índice. Colombia y Brasil, por su parte, realizan esfuerzos similares que les permiten avanzar hacia un escenario ambicioso, aunque ligeramente más conservador que el de Chile, especialmente en términos de diversificación de fuentes renovables diferentes a la hidráulica. En el caso de Argentina se observa que el incremento de energías renovables sería menor en comparación a los otros tres países analizados si se considera



FIGURA 18. EVOLUCIÓN DE LA ENTRADA DE RENOVABLES EN LOS CASOS DE ESTUDIO (ÍNDICE=100)

— Chile
— Colombia
— Argentina
— Brasil



FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA.

que el país cuenta con una matriz eléctrica dependiente de combustibles fósiles y con condiciones para que el uso de gas como combustible para la generación de energía eléctrica se de a un costo muy bajo.

Eficiencia Energética: Comparativa Regional y Oportunidades de Mejora

De los países analizados, Chile es el único país con metas explícitas de reducción de intensidad energética de 10% al 2030 establecidas en su Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026 ([Ministerio de Energía de Chile, s.f.c.](#)). Colombia, Brasil y Argentina han hecho esfuerzos en analizar una línea base para el consumo energético sectorial

y/o estimar potenciales en reducción de consumo de energía ([CEPAL, 2015](#); [Gobierno de Argentina, s.f.](#)); por ejemplo el potencial de la eficiencia energética en el periodo 2022-2030 para Colombia es de 10%, que representa una reducción de consumo de 1.688 PJ, y dentro de sus indicadores de seguimiento plantean una meta de eficiencia energética de 1,6 (TJ/MM COP) para 2030 ([MME, s.f.c.](#)). La falta de i) metas específicas, ii) marcos regulatorios sólidos, iii) el uso de los distintos tipos de instrumentos informativos y normativos de política pública en conjunto, y iv) una entidad o agencia dedicada a implementar las políticas, son algunos de los desafíos a enfrentar para el avance de la eficiencia energética en la región y cumplir con la meta global.

Capítulo 7. Recomendaciones y Conclusiones



Como principal conclusión del estudio se identificó que **no es necesario triplicar la capacidad instalada de cada país para contribuir con la meta global de incremento de las energías renovables incluida en el primer Balance Mundial del Acuerdo de París⁸. Alternativamente, en este estudio se proponen opciones para cada país (a partir de los escenarios de “progresión sostenible” y “progresión acelerada”), que contemplan una entrada acelerada de las energías renovables (esto con un paquete**

tecnológico costo eficiente y consistente con los potenciales de cada país) con las que además se pueden obtener ahorros en capacidad instalada si al mismo tiempo se duplica la eficiencia energética a nivel nacional.

Adicionalmente, a partir de los hallazgos de este estudio surgen las siguientes recomendaciones claves para que todos los actores implicados puedan aportar al cumplimiento de las metas globales de renovables y eficiencia energética a 2030:

1. Aumentar la ambición de penetración de renovables y soportar el alcance o cerrar la brecha respecto a las metas planteadas por los países. Con el fin de aprovechar al máximo el potencial de los países analizados para aumentar la ambición de renovables y de eficiencia energética se recomienda lo siguiente:

 **COLOMBIA:** la meta de capacidad instalada de renovables actualmente del país es de 16 GW a 2030 bajo el compromiso con RELAC, y bajo el escenario de Progresión Sostenible propuesto debería ser 21,4 GW. Esto implica incrementar la capacidad instalada de las energías renovables en 2022 1,64 veces a 2030 y 12,35 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible. Esta

última cifra se debe a que la participación de las energías renovables, diferentes a la hidráulica, aún es mínima en Colombia. Por otro lado, la matriz eléctrica en el escenario propuesto a 2030, alcanzaría 80% de renovables, en contraste con 69,53% que hay instalado actualmente, y desplazaría 14% de combustibles fósiles en la generación eléctrica, apoyado por un incremento en eficiencia energética en la demanda que permite ahorrar 0,87 GW en la oferta, (jalonado por la meta trazada en el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) del Gobierno para duplicar la tasa de eficiencia de 2% a 4%).

 **ARGENTINA:** la meta del Gobierno es de 28 GW a 2030, y bajo el escenario de Progresión Sostenible propuesto se alcanzarían 23,56 GW de capacidad

8 Cabe reiterar que, para el caso de Argentina, en el escenario “triplicar” se proyectó un aumento significativo en la capacidad instalada de energías renovables, suficiente para satisfacer la demanda prevista para 2030. Sin embargo, cumplir con una definición estricta de triplicar las energías renovables para el país implicaría llegar a una capacidad instalada para la generación de electricidad cercana al 100% lo que requeriría un esfuerzo enorme dadas las condiciones exigentes para una expansión de este estilo que podrían, incluso, volver inviable este escenario ([Ventimiglia y González, 2023](#)).



instalada, por lo que el objetivo de alcanzar 28 GW es mayor al que arroja el modelo como viable. Llegar a 23,56 MW a 2030 implica incrementar la capacidad instalada de las energías renovables en 2022 1,48 veces a 2030 y 2,22 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible. La matriz eléctrica en el escenario propuesto a 2030, alcanzaría 40% de renovables en contraste con el 36,4% que hay instalado actualmente, y desplazaría 3,6% de combustibles fósiles en la generación. Esto, apoyado por un incremento en eficiencia energética en demanda que permite ahorrar 0,94 GW en oferta, por medio de la meta trazada en los Escenarios Energéticos a 2030 del estado argentino para duplicar la tasa de eficiencia de 1,8% a 3,6%.

 **BRASIL:** la meta actual del gobierno es de 230 GW a 2030, y bajo el escenario de Progresión Sostenible propuesto debería llegar a 276,92 GW. Esto implica incrementar la capacidad instalada de las energías renovables en 2022 1,56 veces a 2030 y 2,52 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible. La matriz eléctrica en el escenario propuesto a 2030, alcanzaría 96% de renovables en contraste con el 85,8% que hay instalado actualmente, y des-

plazaría 10% de combustibles fósiles en la generación. Esto, apoyado por un incremento en eficiencia energética que permite ahorrar 11,08 GW, por medio de la meta trazada en el Ministerio de Minas y Energía de Brasil para duplicar la tasa de eficiencia de 2% a 4% para 2030⁹.

 **CHILE:** la meta actual del gobierno es de 51 GW a 2030, bajo el escenario de Progresión Sostenible debería ser 47,08 GW, lo que es inferior a las metas de gobierno. En este escenario propuesto, se espera un incremento de 2,28 veces la capacidad instalada de energías renovables en 2022 y de 3,07 veces si se excluyen las hidroeléctricas bajo el escenario de progresión sostenible. La matriz eléctrica en el escenario propuesto a 2030, alcanzaría 96% de renovables en contraste con el 64,8% que hay instalado actualmente, y desplazaría 31% de combustibles fósiles en la generación eléctrica, apoyado por un incremento en eficiencia energética de la demanda que permite ahorrar 3,92 GW en la oferta, por medio de la meta trazada en la Ley de Eficiencia Energética para duplicar la tasa de eficiencia de 2% a 4% para 2030.

En contraste, estos países presentan un mayor rezago en avances de eficiencia

9 Teniendo en cuenta que la matriz eléctrica de Brasil depende en gran medida de fuentes renovables, podría en todo caso aumentar su ambición fuera de las generación con hidroeléctricas a gran escala y mejorar los avances en eficiencia energética. De igual manera, se pone de manifiesto que las metas prioritarias para este país deberían orientarse a la eliminación progresiva de los combustibles fósiles en la matriz eléctrica y, particularmente, a evitar la construcción de nuevas plantas de energía a base de carbón. No obstante, Brasil también lidera la expansión del gas en la región, por lo que se torna crucial proteger la matriz eléctrica de la penetración del gas natural y otros hidrocarburos.



energética en comparación con el desarrollo de energías renovables, ya que las políticas establecidas no se han enfocado en los sectores con mayor potencial de ganancias en este ámbito. Estas metas se consideran las más costo-efectivas, aunque sin tener en cuenta aspectos territoriales ni las comunidades afectadas. Es importante señalar que, dependiendo de las condiciones específicas de cada país —como su ubicación geográfica estratégica y el potencial para incrementar proyectos renovables— este despliegue puede ser inviable debido a disputas por el uso del suelo o las complejidades relacionadas con las comunidades asentadas en esos territorios, aspectos no contemplados en los modelos que sustentan los resultados. Además, es esencial evaluar los impactos socioeconómicos potenciales sobre las comunidades en términos de empleo y medios de subsistencia.

2. Identificar el financiamiento requerido para alcanzar las metas proyectadas de renovables y eficiencia energética:

Los gobiernos de los países de la región deben no solo apoyar la movilización de fondos públicos para fomentar las energías renovables (a través de, por ejemplo, la destinación de los recursos de los impuestos al carbono para el financiamiento de proyectos), sino que además deben generar un entorno confiable para atraer inversión privada. Un ejemplo de esto es que, para la masificación proyectos de energía solar distribuida, se requiere que los gobiernos de Argentina y Brasil, donde existe una mayor oportunidad para su expansión, fortalezcan la regulación y promuevan mecanismos financieros para financiar el desarrollo de proyectos de este tipo.

Se debe trabajar además para que la banca multilateral ofrezca mecanismos financieros innovadores para el financiamiento de proyectos de energías renovables y de eficiencia energética tales como garantías específicas, la emisión de bonos soberanos, y los mecanismos de apoyo a la liquidez, para reducir los riesgos percibidos de invertir en las energías renovables en la región de América Latina y el Caribe.

Por otro lado, se debe trabajar de la mano con la banca de desarrollo o la banca comercial para generar incentivos para la creación de líneas de financiamiento dedicadas a las energías renovables que reflejen en las condiciones del financiamiento las particularidades de los proyectos de energías renovables, con el fin de que los proyectos tengan cierre financiero y puedan ser desarrollados.

3. Incluir metas para triplicar la capacidad de energías renovables y duplicar las metas de eficiencia energética (contextualizadas a las circunstancias de los países) en las NDCs por actualizar y formular:

Dado que los países signatarios del Acuerdo de París deben presentar, a más tardar en 2025, la actualización de sus NDC para 2030 y la formulación de nuevas NDC con un horizonte hacia 2035, se recomienda que los países de América Latina y el Caribe incluyan objetivos nacionales o indicaciones claras para el incremento de la capacidad de energías renovables y la mejora de la eficiencia energética. Estos objetivos deben estar alineados con las metas globales establecidas en el Balance Mundial. En esta línea, los escenarios proyectados



para el año 2030 podrían tomarse como insumo para la integración de metas concretas para la expansión de renovables con plazos definidos en la actualización de las NDC de los países bajo estudio. La definición de estas metas puede partir del análisis detallado sobre la viabilidad y la ambición de rutas tecnológicas alcanzables, así como de la reducción progresiva del uso de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica. De esta manera, se busca promover contribuciones nacionales más ambiciosas y que estén alineadas con los objetivos globales para una transición energética justa.

Adicionalmente, se deben incluir metas claras y ambiciosas de eficiencia energética, junto con incentivos y mecanismos de financiamiento para su implementación.

En el caso de Chile, por ejemplo, se han implementado medidas de eficiencia energética que le han permitido lograr ahorros significativos en diversas fuentes.

En este marco de mayor ambición, es necesario además que los países cuenten con marcos de seguimiento al cumplimiento de sus metas establecidas, de los planes en energías renovables y eficiencia energética y su implementación, e informen al público y a las principales partes interesadas sobre la evolución, los riesgos y las oportunidades pertinentes.

4. Fortalecer los marcos regulatorios y las políticas públicas actuales en torno a la priorización de fuentes de energía a desarrollar y de eficiencia energética:

Si bien los países en cuestión han avanzado en establecer un marco regulatorio que

permita el desarrollo de tecnologías asociadas a energía renovable, las características de los sistemas tanto técnicos como de mercado fueron diseñados teniendo en mente fuentes fósiles y/o las fuentes convencionales. Además, los cambios requeridos para que las energías renovables puedan entrar a competir en un sistema diseñado para sus características específicas está tomando más tiempo del necesario para lograr las metas de capacidad instalada. En consecuencia, **el regulador de cada país debe fortalecer la regulación o promover reformas regulatorias que permitan acompañar los objetivos del país y crear las condiciones propicias para el despliegue de las energías renovables.**

- **Algunas regulaciones o normas a reformar son las que contienen los procedimientos para el otorgamiento de licencias medioambientales** con el fin de simplificar y agilizar el proceso de concesión de permisos, ofrecer incentivos para su rápida aprobación y mejorar la coordinación entre organismos gubernamentales. Los retrasos en estos permisos pueden aumentar los costes del proyecto, ampliar los plazos y reducir el atractivo financiero de los proyectos de energías renovables. Esto puede resultar especialmente difícil en el caso de infraestructuras a gran escala como parques solares y eólicos, que necesitan autorizaciones relacionadas con el uso del suelo, el impacto ambiental y la conectividad a la red ([IEA, 2024a](#)).
- Es de vital importancia, además, garantizar una adecuada planeación del territorio para la debida asignación y la entrega



de autorizaciones para el uso del suelo en proyectos de energías renovables con las que se evite conflictos con otros usos del suelo (ej. agricultura y turismo), así como la resistencia en las comunidades, máxime si estas comunidades tienen otra visión de desarrollo de su territorio. En esta línea, se deben involucrar a las comunidades desde etapas tempranas de la planeación de los proyectos de energías renovables, para que se comuniquen adecuadamente los beneficios de estos y las expectativas de las comunidades.

- **Los gobiernos además deberán trabajar en mecanismos que garanticen la continuidad de procesos en torno a la entrada de energías renovables.** Con esto se evita, por ejemplo, que se den retrocesos como en el caso de Argentina donde recientemente ha aprobado una ley nacional que podría tener implicaciones en la matriz energética ya que contempla inversiones significativas para el desarrollo de gas natural licuado.

5. Garantizar que tanto la transición como el despliegue de energías renovables incluyan un componente robusto de justicia y equidad:

A pesar de que los escenarios proyectados en este documento de política no consideran cuestiones territoriales ni el impacto en las comunidades que podrían resultar afectadas, es imperativo que los países integren de manera transversal la dimensión de justicia en sus objetivos y medidas de transición energética en la actualización de sus NDCs. Esto garantiza que las políticas y metas no se limiten

exclusivamente a consideraciones técnicas, sino que también aborden aspectos humanos, sociales y de equidad necesarios para asegurar su eficacia y efectividad. Además, esta integración está alineada con los compromisos globales de adoptar enfoques inclusivos y participativos en las transiciones justas para no dejar a nadie atrás.

La inversión justa en energías renovables genera empleos, impulsa la innovación y mejora la calidad de vida de las comunidades. Conforme al análisis de Escenario de Compromisos Anunciados (APS), realizado por la [Agencia Internacional de Energía para América Latina y el Caribe \(2023\)](#), los empleos en el sector energético aumentarían un 15 % en 2030. La mayor parte de este aumento se concentra en la energía renovable, donde el número de puestos de trabajo alcanzaría los 4 millones, frente a los 3 millones actuales. La colaboración regional permitirá maximizar estos beneficios y asegurar una transición justa e inclusiva, donde todos los países se beneficien de un futuro energético más limpio, sostenible y equitativo.

Adicionalmente, para que la transición hacia energías renovables sea justa y equitativa, se debe garantizar a las comunidades beneficiadas por un proyecto de energías renovables (especialmente locales e indígenas) el derecho de acceso a la información y de participación activa, con el fin de asegurar la transparencia en los procesos de toma de decisiones. En esta línea, es imprescindible que las comunidades involucradas reciban acceso equitativo a los recursos y beneficios derivados de los proyectos de energías renovables. Para ello, deben implementarse mecanismos de compensación adecuados y



justos, que incluyan programas de educación y formación en prácticas laborales seguras y sostenibles. Además, se torna crucial establecer sistemas independientes de monitoreo y evaluación que aseguren el cumplimiento de las normativas y estándares internacionales, complementados con auditorías periódicas.

6. Impulsar la investigación, innovación y desarrollo en energías renovables:

Es importante que las políticas industriales se fortalezcan como mínimo en el apoyo a la investigación y desarrollo (I+D+i) para mejorar la eficiencia y competitividad de la cadena de valor de las energías renovables, y en proporcionar programas de formación y capacitación, para las personas trabajadoras, en las habilidades necesarias para trabajar en la cadena de valor, incluyendo a las comunidades donde se van a ubicar los

proyectos para que perciban los beneficios de éstos de forma directa.

7. Fomentar la cooperación y aprendizaje regional:

Compartir experiencias y mejores prácticas entre los países para acelerar el aprendizaje y la adopción de soluciones eficientes para un mayor despliegue de las energías renovables y para el aumento de la eficiencia energética en los países es clave. Aprender sobre la experiencia de los otros países de la región más adelantados acelera nuestro progreso hacia la meta y disminuye pérdidas por procesos ineficientes o programas mal enfocados, ayudando a que la financiación disponible sea bien aprovechada. En vínculo con esto, es posible aunar esfuerzos y articular metas colectivas con vistas a fortalecer a la región como un actor clave en la transición energética justa.



Referencias

1. Climate Analytics. (2024). *Tripling renewables by 2030 Interpreting the global goal at the regional level*. Disponible [aquí](#).
2. Climate Investments Funds. (2021). 2030 Brazil Roadmap. Disponible [aquí](#).
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). *Temas estadísticos de la CEPAL La energía en América Latina y el Caribe: acceso, renovabilidad y eficiencia*. Disponible [aquí](#).
4. CEPAL (2015). Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética del Brasil. Disponible [aquí](#).
5. (CMNUCC) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2023). *Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its fifth session, held in the United Arab Emirates from 30 November to 13 December 2023*. Disponible [aquí](#).
6. CMNUCC. (2023b). *Global renewables and energy efficiency pledge*. Disponible [aquí](#).
7. Einstoss, A. (2024). *Ley Bases: su impacto en el sector energético*. CIPPEC. Disponible [aquí](#).
8. Ember Climate. (2024). *Latin America and Caribbean | Electricity Transition | Ember: Countries and Regions*. Disponible [aquí](#).
9. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. (2023). *Brazilian Energy Balance*. Disponible [aquí](#).
10. Global Energy Monitor. (2023). *América Latina puede convertirse en un líder mundial en energías renovables con un aumento potencial del 460 % en la capacidad eólica y solar*. Disponible [aquí](#).
11. Global Energy Monitor. (2022). *Boom and Bust Gas. Tracking the global gas power expansion*. Disponible [aquí](#).
12. Gobierno de Argentina. (2023). *Estrategia de desarrollo resiliente con bajas emisiones a largo plazo*. Disponible [aquí](#).
13. Gobierno de Argentina. (2021). *Actualización de la meta de emisiones netas de Argentina al 2030*. Disponible [aquí](#).
14. Gobierno de Argentina. (2015) *Ley 27191*. Disponible [aquí](#).
15. Gobierno de Argentina. (s.f.). *Prospectiva de Eficiencia Energética*. Disponible [aquí](#).
16. Gobierno de Brasil. (2023). *Nationally Determined Contribution (NDC) to the Paris Agreement under the UNFCCC*. Disponible [aquí](#).
17. Gobierno de Chile. (2020). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), Actualización 2020*. Disponible [aquí](#).
18. Gobierno de Chile (2021). *Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile*. Disponible [aquí](#).
19. Gobierno de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*. Disponible [aquí](#).
20. Hub de Energía, América Latina y el Caribe



- (s.f.a.) RELAC. Disponible [aquí](#).
21. IDEAM, M, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEA. (2021). *Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia. Disponible [aquí](#).
 22. (IEA) International Energy Agency. (2024a). *Renewables 2023 Analysis and forecast to 2028*. Disponible [aquí](#).
 23. IEA. (2024b). *World Energy Statistics and Balances*. Disponible [aquí](#).
 24. IEA. (2023a). *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*. Disponible [aquí](#).
 25. IEA. (s.f.a.). *Energy Policy Review – Colombia 2023. Executive summary – Colombia 2023 – Analysis – IEA*. Disponible [aquí](#).
 26. IEA. (s.f.b.). *Argentina – Countries & Regions – IEA. Electricity | Energy Mix*. Disponible [aquí](#).
 27. IEA. (s.f.c.). *Brazil – Countries & Regions – IEA. Electricity | Energy Mix*. Disponible [aquí](#).
 28. IEA. (s.f.d.). *Latin America Energy Outlook*. Disponible [aquí](#).
 29. IEA. (s.f.f.). *Chile – Countries & Regions – IEA. Electricity | Energy Mix*. Disponible [aquí](#).
 30. IEA (2021). *Hydropower Special Market Report, Analysis and forecast to 2030*. Disponible [aquí](#).
 31. (IRENA) International Renewable Energy Agency. (2023). *Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030, crucial steps towards 1.5°C*. Disponible [aquí](#).
 32. (MAyDS Argentina) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. (2023a). *Quinto Informe Bienal de Actualización de Argentina*. UNFCCC. Disponible [aquí](#).
 33. MAyDS Argentina. (2023b). *Estrategia de desarrollo resiliente con bajas emisiones a Largo Plazo (ELP)*. Disponible [aquí](#).
 34. MAyDS Argentina. (2020). *Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de Argentina*. [Argentina.gob.ar](#). Disponible [aquí](#).
 35. Milhorance, F. (2023). *Lula's first year sees mixed results on climate and environment*. *China Dialogue*. Disponible [aquí](#).
 36. Ministerio de Economía de Argentina. (2023a). *Energías Renovables 2022: se cubrió el 13,9% de la demanda y se inauguraron 8 proyectos por más de 47 MW de potencia instalada*. [Argentina.gob.ar](#). Disponible [aquí](#).
 37. Ministerio de Energía de Chile. (2024a). *Reporte de proyectos en Construcción e Inversión en el Sector Energía mes de enero de 2024*. Disponible [aquí](#).
 38. Ministerio de Energía de Chile (2024b). *Ley 21.305, Eficiencia Energética: Resultados en el Sector Público 2023*. Disponible [aquí](#).
 39. Ministerio de Energía de Chile. (s.f.a.). *Plan de Retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón*. Disponible [aquí](#).



40. Ministerio de Energía de Chile. (s.f.b.). *Energía 2050*. Disponible [aquí](#).
41. Ministerio de Energía de Chile. (s.f.c.). *Ley y Plan de Eficiencia Energética*. Disponible [aquí](#).
42. Ministerio de Minas y Energía de Brasil. (2023). *Plano Nacional de Energía 2050*. Disponible [aquí](#).
43. (MME.) Ministerio de Minas y Energía de Colombia (s.f.a.). *La Transición Energética Justa (TEJ) es una oportunidad para Colombia*. Disponible [aquí](#).
44. MME. (s.f.b.). *Escenarios nacionales Transición Energética Justa*. Disponible [aquí](#).
45. MME. (s.f.c.). *Plan de Acción Indicativo PROURE – Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía*. Disponible [aquí](#).
46. Motoryn, P. (2024). *State Grid power projects in Brazil have climate risks. The Brazilian Report*. Disponible [aquí](#).
47. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2023). *Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2023*. Disponible [aquí](#).
48. Presidencia de Argentina. (2021). *Actualización de la meta de emisiones netas de Argentina al 2030*. Disponible [aquí](#).
49. RELAC. (s.f.a.). Declaración de principios. *Iniciativa Renovables en Latinoamérica y el Caribe – Colombia*. Disponible [aquí](#).
50. RELAC. (s.f.b.). Declaración de principios. *Iniciativa Renovables en Latinoamérica y el Caribe – Chile*. Disponible [aquí](#).
51. República Argentina. (2024). *Ley de Bases y Puntos de Partida para la Libertad de los Argentinos. Boletín Oficial de la República Argentina*. Disponible [aquí](#).
52. Secretaría de Energía de Argentina. (2024). *Informe Trimestral de Coyuntura Energética, Primer Trimestre de 2024*. Disponible [aquí](#).
53. Secretaría de Energía de Argentina. (2023a). *Plan Nacional de Transición Energética a 2030*. Disponible [aquí](#).
54. Secretaría de Energía de Argentina. (2023b). *Memoria de gestión*. Disponible [aquí](#).
55. (UPME) Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia. (2024). *Proyección de la demanda de energía eléctrica, potencia máxima y gas natural*. Disponible [aquí](#).
56. Ventimiglia A., González Alvarisqueta S. (2023). *Desafíos y oportunidades en la transición energética argentina: análisis de políticas, inversiones y barreras económicas*. *Revista de la Escuela Nacional de Inteligencia* 3:65-98. Disponible [aquí](#).
57. Whiting, K. (2022). *Energy efficiency is the world's 'first fuel' – and the main route to net zero, says IEA chief*. Disponible [aquí](#).



Anexos

Anexo 1. Herramienta y estructura de modelación

EnergyScope es un modelo de optimización energética de código abierto, que puede ser utilizado para guiar a los países latinoamericanos en la transición hacia fuentes renovables. La estructura de modelación es flexible y permite simular sistemas energéticos, considerando diversas tecnologías de generación, almacenamiento, transmisión y demanda. El modelo usa la optimización de los costos de inversión, operación y mantenimiento de las tecnologías para hacer una matriz más sostenible en la fuente de los recursos y en el aspecto de costos de forma tal que no traslade altos costos a las tarifas de los usuarios finales de la electricidad.

La estructura de modelación con la que trabaja la herramienta *EnergyScope* permite simular y optimizar sistemas energéticos, facilitando la transición hacia fuentes renovables en los países de Latinoamérica que fueron estudiados en este documento. Esto lo hace a través de condiciones tales como:

1. **MODELADO DE LA DEMANDA:** *EnergyScope* dentro de este ejercicio trabaja con la demanda agregada la cual es la que rige el balance del sistema.
2. **MODELADO DE LA OFERTA:** El modelo representa un amplio espectro de tecnologías de generación, tanto renovables (solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, geotérmica) como convencionales (gas natural, carbón, petróleo). La flexibilidad del modelo permite incorporar costos
3. **MODELADO DE LA RED ELÉCTRICA:** También se modela la infraestructura de transmisión y distribución. Esta representación detallada permite evaluar la capacidad de la red para integrar fuentes renovables variables, identificar cuellos de botella y optimizar las nuevas plantas de generación.
4. **MODELADO DEL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA:** Se incorporan diversas tecnologías de almacenamiento, como baterías, almacenamiento por bombeo hidroeléctrico y almacenamiento térmico. Esto posibilita evaluar el papel crucial del almacenamiento en la gestión de la intermitencia de las energías renovables y en el aumento de la flexibilidad del sistema.
5. **OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA:** El modelo emplea algoritmos de optimización

de inversión, operación y mantenimiento, así como restricciones técnicas y ambientales específicas de cada tecnología. No se prevén desarrollos de proyectos hidroeléctricos de gran escala (superiores a 300 MW) en América Latina a futuro, por lo que, no se incluyeron adiciones de este tipo de proyectos en las modelaciones. Las medidas que se plantean en relación con este tipo de energía van en línea con optimizar los procesos y hacerlos lo más eficientes posible. La energía nuclear no se consideró como parte del objetivo de las proyecciones y sugerencias presentadas en este trabajo, por lo que en el software de modelación tomó valor de 0 para todas las proyecciones.



matemática para determinar la combinación óptima de tecnologías y recursos que minimicen costos, reduzcan emisiones y maximicen la penetración de renovables, respetando las restricciones técnicas, económicas y ambientales.

Anexo 2. Información de entrada usada en la modelación por país

NOTA: En las tablas incluidas en este anexo se presenta la información sobre la demanda total de los países para el año 2022, así como la tasa de crecimiento de la demanda

y la demanda proyectada para 2030. Las fuentes renovables categorizadas como “Otras” consideran hidrógeno y otros compuestos de alto valor. Para la estimación del aumento en los parámetros de eficiencia global, se partió de los valores actuales reportados por cada país (1,8% para Argentina y 2% para Colombia, Chile y Brasil), y siguiendo la meta del duplicación del Balance Mundial se duplicaron estos valores como el aumento anual proyectado hasta el 2030. Los datos de potencial energético fueron contrastados con la información del [Global Wind Atlas](#) y el [Global Solar Atlas](#).

TABLA 2. INFORMACIÓN DE ENTRADA DEL MODELO PARA COLOMBIA

INPUT	VALOR	
DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA 2022 Y 2030	Demanda año 2022: 76,65 TWh Crecimiento promedio anual (hasta 2030): 3,1% Demanda año 2030: 97,86 TWh	
MATRIZ ENERGÉTICA EN 2022	Los datos de la Figura 1 discutida en este capítulo son los mismos usados como inputs	
CAPACIDAD INSTALADA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN 2022	FUENTES RENOVABLES (13,06 GW) Solar: 0,28 GW Eólica: 0,02 GW Hidráulica: 12,55 GW Geotérmica: 0,00 GW Bioenergía: 0,21 GW Otras: 0,00 GW	FUENTES NO RENOVABLES (5,72 GW) Gas Natural: 2,88 GW Carbón: 1,60 GW Petróleo y derivados: 1,18 GW
POTENCIAL ENERGÉTICO ACTUALIZADO AL 2023	Solar: 200 GW Eólica: 50 GW Hidráulica: 100 GW	Geotérmica: 1 GW Bioenergía: 25 GW
PARÁMETROS DE EFICIENCIA GLOBAL	Incremento en la tasa de mejora de eficiencia energética de 2,2% a 4% anualmente	



TABLA 3. INFORMACIÓN DE ENTRADA DEL MODELO PARA ARGENTINA

INPUT	VALOR	
DEMANDA ENERGÉTICA PARA 2022 Y 2030	Demanda año 2022: 138,8 TWh Crecimiento promedio anual (hasta 2030): 3,0% Demanda año 2030: 175,8 TWh	
MATRIZ ENERGÉTICA EN 2022	Los datos de la Figura 6. discutida en este capítulo son los mismos usados como inputs	
CAPACIDAD INSTALADA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN 2022	FUENTES RENOVABLES (15,9 GW) Solar: 1,02 GW Eólica: 3,31 GW Hidráulica: 11,36 GW Geotérmica: 0,00 GW Bioenergía: 0,14 GW Otras: 0,00 GW	FUENTES NO RENOVABLES (25.275 GW) Ciclo combinado: 13,50 GW Turbina a gas: 5,83 GW Turbo Vapor: 4,25 GW Motor diésel: 1,70 GW
POTENCIAL ENERGÉTICO ACTUALIZADO AL 2023	Solar: 1400 GW Eólica: 200 GW Hidráulica: 40 GW	Geotérmica: 3 GW Bioenergía: 50 GW
PARÁMETROS DE EFICIENCIA GLOBAL EN 2016	Tasa de mejora en eficiencia pasa de 1,8% a 3,6% anualmente hasta 2030	

TABLA 4. INFORMACIÓN DE ENTRADA DEL MODELO PARA BRASIL

INPUT	VALOR	
DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA 2022 Y 2030	Demanda año 2022: 555 TWh Crecimiento promedio anual (hasta 2030): 2,2% Demanda año 2030: 632,41 TWh	
MATRIZ ENERGÉTICA A 2022	Los datos de la Figura 9 discutida en este capítulo son los mismos usados como inputs	
CAPACIDAD INSTALADA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN 2022	FUENTES RENOVABLES (176,67 GW) Solar: 25,52 GW Eólica: 24,16 GW Hidráulica: 109,80 GW Geotérmica: 0,00 GW Bioenergía: 17,19 GW Otras: 0,00 GW	FUENTES NO RENOVABLES (29.37 GW) Gas Natural: 18,25 GW Carbón: 3,18 GW Petróleo y derivados: 8,87 GW
POTENCIAL ENERGÉTICO ACTUALIZADO AL 2023	Solar: 3000 GW Eólica: 500 GW Hidráulica: 260 GW	Geotérmica: 14 GW Bioenergía: 150 GW
PARÁMETROS DE EFICIENCIA GLOBAL	Tasa de mejora en eficiencia pasa de 2% a 4% anualmente hasta 2030	

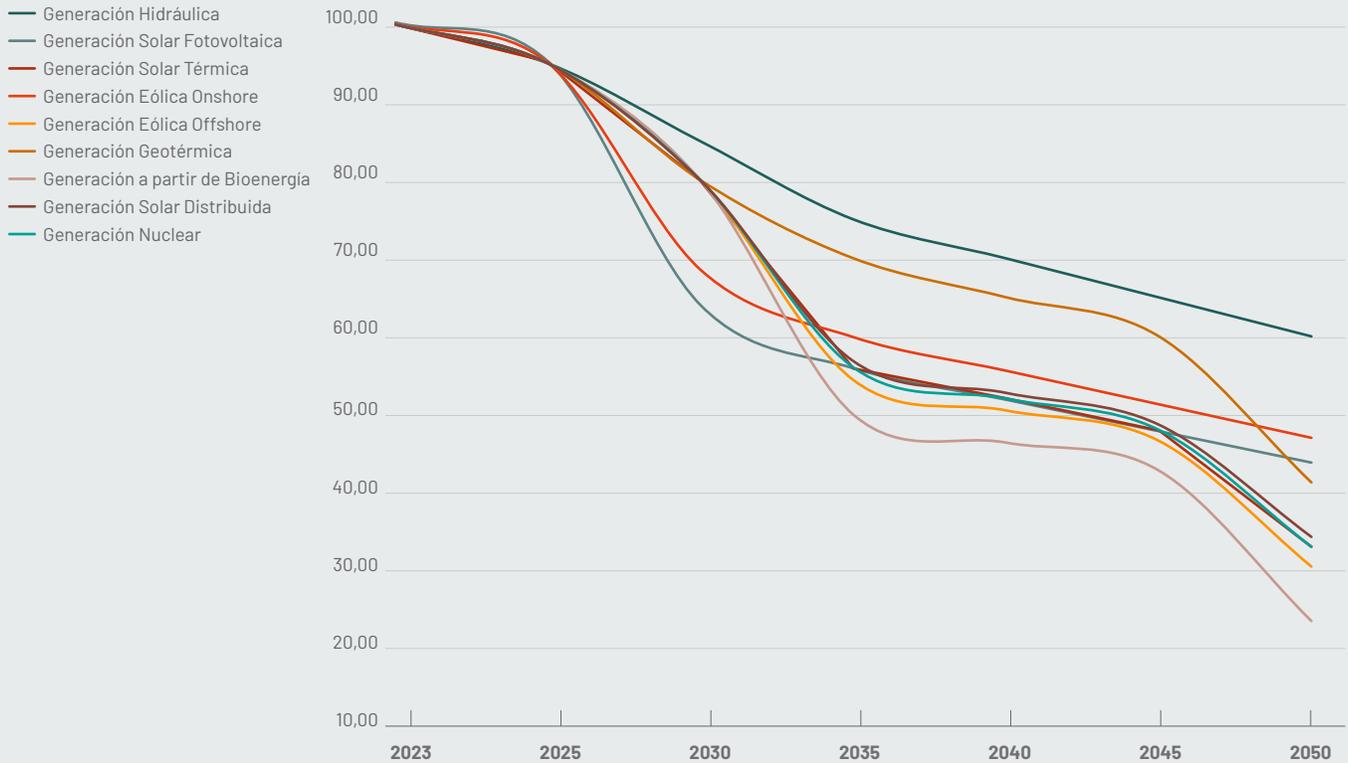
**TABLA 5. INFORMACIÓN DE ENTRADA DEL MODELO PARA CHILE.**

INPUT	VALOR	
DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA 2022 Y 2030	Demanda año 2022: 76,1 TWh Crecimiento promedio anual (hasta 2030): 2,4% Demanda año 2030: 118 TWh	
MATRIZ ENERGÉTICA A 2022	Los datos de la Figura 12. discutida en este capítulo son los mismos usados como inputs	
CAPACIDAD INSTALADA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN 2022	FUENTES RENOVABLES (20,59 GW) Solar: 8,02 GW Eólica: 4,33 GW Hidráulica: 7,40 GW Geotérmica: 0,08 GW Bioenergía: 0,00 GW Otras: 0,76 GW	FUENTES NO RENOVABLES (12.63GW) Gas Natural: 5,03 GW Carbón: 4,33 GW Petróleo y derivados: 3,27 GW
POTENCIAL ENERGÉTICO ACTUALIZADO AL 2023	Solar: 1000 GW Eólica: 180 GW Hidráulica: 34 GW	Geotérmica: 15 GW Bioenergía: 10 GW
PARÁMETROS DE EFICIENCIA GLOBAL	Senda de mejoras en eficiencia energética pasa de 2% a 4% anualmente	



Anexo 3. Evolución del índice de precios por tecnología

FIGURA 19. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PRECIOS DE CADA TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN LATINOAMÉRICA A 2050 (ÍNDICE DE PRECIOS (2023=100))



El informe de [IRENA](#) 2023 destaca cómo la innovación tecnológica, las economías de escala y la mayor competencia han impulsado una reducción constante en los costos de generación de energía renovable en la última década. Esta tendencia se refleja claramente en la gráfica, donde todas las tecnologías renovables experimentan una disminución en sus costos relativos a lo largo del tiempo.

En particular, la gráfica muestra una caída pronunciada en los costos de la energía solar fotovoltaica y eólica terrestre, lo

cual se alinea con los hallazgos de IRENA que señalan disminuciones del 90% y 70% respectivamente en estas tecnologías desde 2009. Esta proyección hasta 2050, lo que sugiere que la tendencia a la baja en los costos de generación renovable probablemente continuará en las próximas décadas. Esto refuerza la conclusión del informe de IRENA de que la energía renovable se está convirtiendo en una opción cada vez más competitiva en comparación con las fuentes de energía convencionales, impulsando la transición hacia un futuro energético más sostenible.



Documento de política

▶ ¿Qué significa cumplir con las metas globales de **triplicar renovables y duplicar eficiencia energética en América Latina?**

CASOS DE ESTUDIO DE ARGENTINA, BRASIL, COLOMBIA Y CHILE

SEPTIEMBRE 2024

¿CÓMO CITAR?

Díaz et al. (2024). ¿Qué significa triplicar la capacidad de generación eléctrica a partir de fuentes renovables y duplicar la tasa de eficiencia energética al 2030 en Latinoamérica? Casos de Estudio de Colombia, Argentina, Brasil, y Chile. Bogotá D.C: Transforma.

SEPTIEMBRE 2024

El presente documento de recomendación de política fue elaborado por Diana Díaz Betancourth, Santiago Barbosa Naranjo, Diana Carolina Barba Patiño, Ana María Mogollón, Paula Osorio Figueredo, Antonela Busconi y Juliette Bermúdez Camelo. Contribuciones de Lorena Tellez Farfán. Agradecimientos especiales para Guillermina French de Farn, Sara Larrain y Gonzalo Melej de Chile Sustentable por sus contribuciones y revisiones.

Fotografía portada y páginas interiores: Unsplash+

Diseño y diagramación: VISUALARIUM Estudio