

Energía y minas: Tendencias sectoriales al 2050

Energía y Minas: Tendencias sectoriales al 2050

Giofianni Diglio Peirano Torriani

Presidente del Consejo Directivo
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

Luis Enrique de la Flor Saenz

Director Ejecutivo
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

Jordy Vílchez Astucuri

Director Nacional de Prospectiva y Estudios Estratégicos

Equipo técnico:

Katherine Guadalupe Muñoz, Milagros Estrada Ramos y Yiem Ataucusi Ataucusi

Editado por:
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
Av. Canaval y Moreyra 480, piso 21
San Isidro, Lima, Perú
(51-1) 211-7800
webmaster@ceplan.gob.pe
www.ceplan.gob.pe
@Derechos reservados
Primera edición, diciembre 2023

Contenido

Introducción	6
Tendencias sectoriales	7
1 Creciente interés por vehículos eléctricos	9
2 Mayor capacidad de energía nuclear	14
3 Mayor consumo de gas natural	18
4 Creciente demanda de hidrógeno limpio	23
5 Mayor demanda de minerales críticos	28
6 Creciente aporte económico-social de la minería en el Perú	34
7 Incremento de la generación de bioenergía	39
8 Creciente capacidad de almacenamiento de energía	42
9 Mayor preocupación por la descarbonización de la industria siderúrgica	45
10 Aumento de la energía eólica y solar como fuentes libres de carbono	49
Consideraciones finales	53

Contenido de figuras

Figura 1. Mundo: automóviles eléctricos, en el periodo 2014-2022 (millones de automóviles).	10
Figura 2. Mundo: proyección de ventas de automóviles eléctricos, en el periodo 2023-2030 (millones de automóviles).	10
Figura 3. América Latina: automóviles eléctricos, en el periodo 2020-2026 (miles de automóviles).	11
Figura 4. Perú: venta de vehículos electrificados, en el periodo junio 2020- enero 2023 (número).	11
Figura 5. Mundo: barriles de petróleo ahorrados por día, entre 2015 y 2025 (número de barriles).	12
Figura 6. Mundo: capacidad de generación de energía nuclear a nivel regional, periodo 1954-2021(Gw(e)).	15
Figura 7. Mundo: capacidad de generación eléctrica nuclear, en el periodo 2021-2050 (Gw(e)).	16
Figura 8. Mundo: reactores nucleares operativos, en el periodo 2000-2021 (número de reactores).	17
Figura 9. Mundo: consumo de gas natural, en el periodo 2011-2021 (mil millones de metros cúbicos).	18
Figura 10. Mundo: proyección del consumo de gas natural, en el periodo 2025-2050 (mil millones de metros cúbicos).	19
Figura 11. Mundo: consumo de gas natural por región, en el periodo 2011-2021 (mil millones de metros cúbicos).	20
Figura 12. Perú: clientes de gas natural distribuido Cálidda, en el periodo 2005-2020 (número de clientes).	20
Figura 13. Perú: vehículos que utilizan gas natural, en el periodo 2006-2020 (número de vehículos).	21
Figura 14. Mundo: suministro de hidrógeno bajo en carbono, entre 2030 y 2050 (millones de toneladas).	24
Figura 15. Mundo: instalaciones de producción de hidrógeno verde, 2022 (número).	25
Figura 16. Mundo: costos del hidrógeno limpio, en el periodo 2020-2050 (costo en dólares por kilogramo).	25
Figura 17. Mundo: demanda de hidrógeno, en el periodo 2019-2070 (millones de toneladas métricas).	26
Figura 18. Mundo: demanda prevista de cobre, níquel, neodimio y disprosio en aplicaciones eólicas y solares fotovoltaicas en el escenario de 1,5°C, en el periodo 2020-2050 (kt/año).	29
Figura 19. Mundo: producción de litio, en el periodo 1994-2021 (miles de toneladas).	30
Figura 20. Mundo: cuatro escenarios de oferta y demanda previstas de litio, 2016-2030 (kt).	30
Figura 21. Mundo: proyecciones de la oferta de litio 2019-2030 (miles de toneladas).	31
Figura 22. América Latina: producción de minerales críticos, 2021 (porcentaje).	32
Figura 23. Perú: transferencias mineras, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).	34
Figura 24. Perú: canon minero, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).	35
Figura 25. Perú: regalías mineras, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).	36
Figura 26. Perú: derecho de vigencia y penalidad, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).	37
Figura 27. Mundo: generación de electricidad con biomasa, en el periodo 2014-2022 (teravatios-hora).	40
Figura 28. Mundo: generación de bioenergía, en el periodo 2000-2020 (GWh).	41
Figura 29. Mundo: instalaciones mundiales acumuladas de almacenamiento de energía, en el periodo 2015-2030 (GW).	43

Figura 30. Mundo: instalaciones de almacenamiento de energía por tipo, en el periodo 2017-2040 (GW).	44
Figura 31. Mundo: demanda mundial de acero, en el periodo 1990-2050 (toneladas).	46
Figura 32. Mundo: demanda mundial de acero primario y secundario, en el periodo 1990-2050 (toneladas).	47
Figura 33. Perú: producción de hierro, en el periodo 2010-2021 (millones de toneladas).	48
Figura 34. Mundo: generación de electricidad de energías eólica y solar, en el periodo 2000-2022 (porcentaje).	50
Figura 35. Mundo: generación de electricidad, en el periodo 2000-2026 (TWh, en miles).	51
Figura 36. Perú: potencia instalada energía limpia, en el periodo 2012-2021 (Megawatts).	52

Contenido de tablas

Tabla 1. Mundo: capacidad de generación eléctrica nuclear, en el periodo 2021-2050 (Gw).	16
--	----

Introducción

El Plan Estratégico Sectorial Multianual es un instrumento de planeamiento sectorial que presenta estrategias de uno o más sectores a cargo de un ministerio para el logro de los objetivos nacionales que se priorizan en el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional. El proceso de formulación o actualización de los planes estratégicos sectoriales multianuales se enmarca dentro del ciclo de planeamiento estratégico para la mejora continua. En ese sentido, en un primer momento, el sector debe de comprender plenamente la realidad en la que se encuentra, tanto las características de las personas a las que atiende y sus necesidades, como las características de los servicios que brinda. Esta comprensión debe estar reflejada en la imagen actual del sector, que responde a la pregunta de cómo vivimos hoy. Luego, tomando como insumo el resultado anterior, se responde a la pregunta cómo queremos vivir en el futuro, y esa respuesta se refleja en la imagen deseada del futuro del sector, que detalla las mejoras que el sector espera lograr en la provisión de servicios y en la calidad de vida de las personas. Esto motivará el accionar del Estado, representado por diversos actores públicos, privados y de la sociedad civil.

No obstante, **el futuro deseado del sector** puede verse influenciado por **una serie de elementos** que afectan su desarrollo, como las tendencias. Las tendencias sectoriales **son fuerzas o fenómenos consistentes en el tiempo** que se manifiestan en un sector específico. Estas tendencias impactan o afectan el desarrollo sectorial y territorial a mediano y largo plazo, además de caracterizar el entorno global, regional y nacional,

los mismos que están experimentando cambios rápidos y que se vuelven cada vez más complejos. En ese sentido, se identificaron y analizaron **diez tendencias** que impactan en el **sector energía y minas** y/o que alteran su curso de acción para lograr el futuro deseado del sector. Las tendencias analizadas en este reporte son: creciente interés por vehículos eléctricos, mayor capacidad de energía nuclear, mayor consumo de gas natural, creciente demanda de hidrógeno, mayor demanda de minerales críticos, creciente aporte económico-social de la minería en el Perú, incremento de la generación de bioenergía, creciente capacidad de almacenamiento de energía, mayor preocupación por la descarbonización de la industria siderúrgica y aumento de la energía eólica y solar como fuentes libres de carbono.

Como metodología para la identificación de las tendencias, primero se revisó información secundaria para priorizar las tendencias que **presentan evidencia, comportamiento tendencial histórico, y estimación futura (cuantitativa o cualitativa)**; además de estar alineadas con el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional al 2050. El resultado fue consultado y validado por los especialistas de la Dirección Nacional de Prospectiva y Estudios Estratégicos (DNPE) del Ceplan. Finalmente, como parte del análisis de las tendencias, se describió los datos históricos que demuestran el comportamiento pasado y presente del fenómeno tendencial del sector, ya sea a nivel mundial y/o regional y/o nacional, así como una estimación de su comportamiento futuro.

TENDENCIAS SECTORIALES

SECTOR ENERGÍA Y MINAS



Tendencias sectoriales

La industria automotriz está experimentando un cambio importante debido a la electrificación y al **aumento en las ventas de vehículos eléctricos**. Aunque existen desafíos como los altos precios y la infraestructura de carga, hay un creciente interés de los consumidores por los vehículos eléctricos debido a su rendimiento y velocidad. En países de ingresos bajos y medios, la adopción de vehículos eléctricos es más lenta debido a los costos iniciales, pero se esperan beneficios económicos y ambientales a largo plazo. Se prevé un crecimiento exponencial en el mercado global de vehículos eléctricos para 2030. En Perú, las ventas de vehículos eléctricos e híbridos están aumentando, lo que tiene un impacto positivo en el ahorro de petróleo y la reducción del consumo.

En el sector energético, la **capacidad de generación eléctrica nuclear ha crecido constantemente** a nivel mundial, a pesar de una ligera disminución en 2021. América del Norte y Asia Oriental lideran en esta área, mientras que África y América Latina tienen una producción más baja. Se espera un aumento en la capacidad de generación eléctrica nuclear en el futuro. Por otro lado, se prevé un **aumento en la demanda mundial de gas natural** para 2050. En Perú, se ha observado un crecimiento significativo en el uso de gas natural tanto en el sector residencial como en el transporte terrestre. En términos de **energía limpia, el hidrógeno verde**, producido a partir de fuentes renovables, está ganando popularidad y sus costos de producción están disminuyendo. Además, los **minerales críticos utilizados en la tecnología moderna**, como el litio y el cobre, experimentarán una mayor demanda en la generación de energía renovable. América Latina, especialmente Chile y Perú, desempeñan un papel importante en la producción de estos minerales críticos.

El **almacenamiento de energía** es crucial en la transición hacia una economía sostenible, y se espera un crecimiento significativo en la capacidad de almacenamiento a nivel mundial para 2030. La **industria del acero** enfrenta el desafío de reducir las emisiones de CO₂ mediante la producción de acero de baja emisión; y la **biomasa sigue siendo una fuente importante de energía**, y se necesitan esfuerzos y políticas para mantener el progreso en la generación de bioenergía.

En cuanto a las energías renovables, la **energía solar y eólica** desempeñan un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático, con un aumento significativo en la generación de energía limpia a nivel global. En Perú, se ha registrado un crecimiento notable en la capacidad de generación de energía solar y eólica en los últimos años. La adopción de energías renovables es esencial para lograr un futuro con emisiones netas de carbono cercanas a cero.

1. Creciente interés por vehículos eléctricos

Hacia 2030, se proyecta que la cantidad de vehículos eléctricos en circulación alcance los 238,7 millones, representando un notable aumento en comparación con los 0,7 millones registrados en 2014 y los 26,2 millones alcanzados en 2022. En el contexto de América Latina, México destaca como líder en la adopción de vehículos eléctricos en la región, con una estimación de 18,9 mil unidades demandadas para el año 2026, en contraste con las 6000 unidades registradas en 2022. Brasil se posiciona en segundo lugar, con una estimación de 16 mil unidades para 2026. En el Perú, las ventas de vehículos eléctricos e híbridos mostraron una tendencia creciente entre 2020 y 2023, es decir, en junio de 2020, se registraron 44 ventas, y a medida que transcurrieron los meses, se observó un incremento gradual en las cifras, alcanzando 299 ventas en enero de 2023.

La industria automotriz ha experimentado una notable transformación debido al proceso de electrificación y al incremento en las ventas de vehículos eléctricos. A pesar de encontrarse con ciertos obstáculos en esta transición, como los precios elevados y los desafíos relacionados con las baterías y la infraestructura de carga, resulta destacable el creciente interés de los consumidores en cuanto al rendimiento y la velocidad que ofrecen los vehículos eléctricos. En países con ingresos bajos y medios, la adopción de estos vehículos ha mostrado un ritmo más lento debido a los costos iniciales elevados, aunque a largo plazo se vislumbran beneficios tanto económicos como medioambientales significativos. Asimismo, se presenta una proyección que revela un crecimiento exponencial en el mercado global de vehículos eléctricos hacia el año 2030, destacando el creciente interés de los consumidores en estos automóviles. En cuanto al mercado peruano, se observa una tendencia ascendente en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos, y se destaca el impacto positivo que tienen estos vehículos en términos de ahorro de barriles de petróleo en diversas categorías, demostrando así su contribución a la reducción del consumo de petróleo.

La industria automotriz está experimentando una transformación significativa debido a la electrificación, ya que los vehículos eléctricos se presentan como una alternativa ecológica y segura para la movilidad. Aunque las ventas de estos vehículos están en aumento y ya representan más del 10 % del mercado de vehículos livianos, existen obstáculos que dificultan su adopción masiva, como los precios elevados, problemas relacionados con las baterías y la inconveniencia de las opciones de carga. Además, los consumidores muestran un mayor interés en el rendimiento y la velocidad de los vehículos eléctricos, en lugar de centrarse principalmente en los aspectos medioambientales o económicos. Por lo tanto, los fabricantes de automóviles deben comprender en profundidad los motivos y obstáculos que los compradores enfrentan durante esta transición hacia los vehículos eléctricos (Ipsos, 2022).

En países de ingresos bajos y medios, la adopción de vehículos eléctricos ha sido lenta debido a los altos costos iniciales. No obstante, un informe del Banco Mundial resalta los beneficios económicos y medioambientales de la movilidad eléctrica. En muchos países, los vehículos eléctricos son más rentables en términos de operación y mantenimiento, lo que resulta en ahorros significativos a lo largo de su vida útil. Esta ventaja económica es aún más sólida en naciones que importan petróleo y no tienen una cultura de transporte dominada por los automóviles. Para lograr una transición exitosa hacia la movilidad eléctrica, es necesario adaptarla a las necesidades de cada mercado, centrándose inicialmente en scooters, tuk tuks y autobuses en países como África e India. También es importante destacar el impacto positivo de la movilidad eléctrica en la reducción de las emisiones de carbono y la mejora de la calidad del aire en diversas regiones (Banco Mundial, 2022).

La tendencia del mercado global de automóviles eléctricos ha experimentado un impresionante crecimiento exponencial desde 2014 hasta 2022, como se aprecia en la Figura 1.

Durante este periodo, el número de automóviles eléctricos en circulación se ha incrementado significativamente, pasando de 0,7 millones en 2014 a 26,2 millones en 2022.

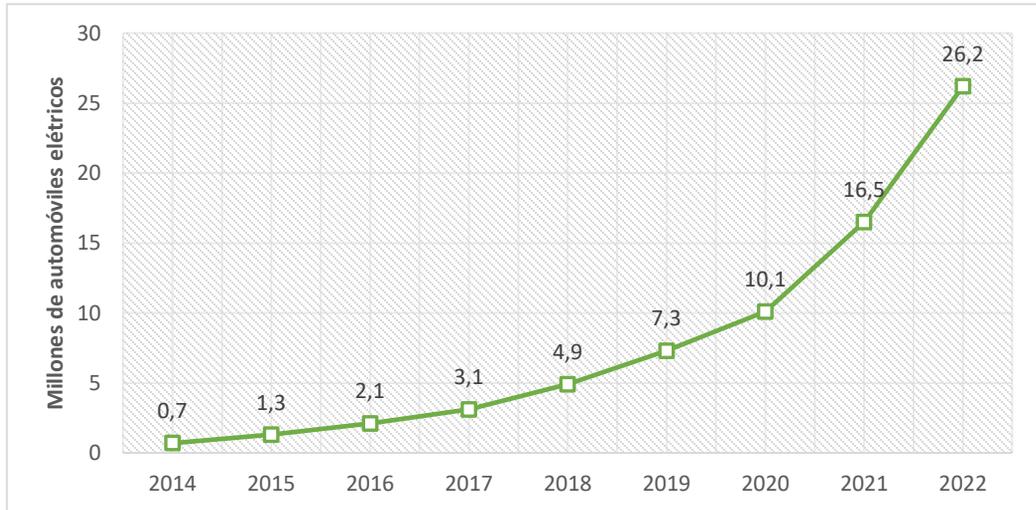


Figura 1. Mundo: automóviles eléctricos, en el periodo 2014-2022 (millones de automóviles).
Nota. Adaptado de "Trends in electric light-duty vehicles", de IEA (2023a).

Además, según se muestra en la Figura 2, se prevé un aumento significativo en el número de vehículos eléctricos entre los años 2023 y 2030. En 2023, se estima que habrá aproximadamente 43,3 millones de vehículos eléctricos en circulación, y esta cifra seguirá aumentando de manera constante hasta

alcanzar los 238,7 millones en 2030. Estos datos reflejan el creciente interés de los consumidores por los vehículos eléctricos como una alternativa más respetuosa con el medio ambiente y eficiente en términos de energía.

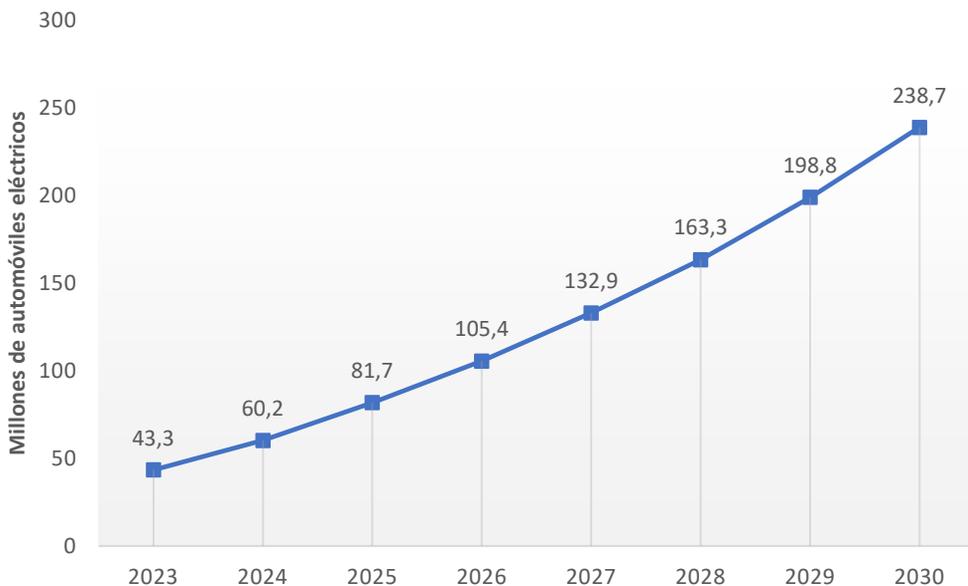


Figura 2. Mundo: proyección de ventas de automóviles eléctricos, en el periodo 2023-2030 (millones de automóviles).
Nota. Adaptado de "Prospects for electric vehicle deployment", de IEA (2023b).

En el contexto de América Latina, se destaca el análisis detallado en la Figura 3, el cual revela que México se posiciona como el líder en la adopción de automóviles eléctricos en la región. De acuerdo con las proyecciones, se espera que la demanda de estos vehículos experimente un crecimiento significativo, alcanzando las 18,9 mil unidades en 2026, en comparación con las 6 mil unidades

registradas en 2022. En segunda posición se encuentra Brasil, con una estimación de 16 mil unidades en 2026 comparado con 5,1 mil unidades en 2022. Por otro lado, se observa una demanda relativamente menor en países como Colombia (7 mil unidades), Chile (6,8 mil unidades) y Costa Rica (5,3 mil unidades), mientras que Argentina presenta una demanda más modesta, con tan solo 0,4 mil unidades.

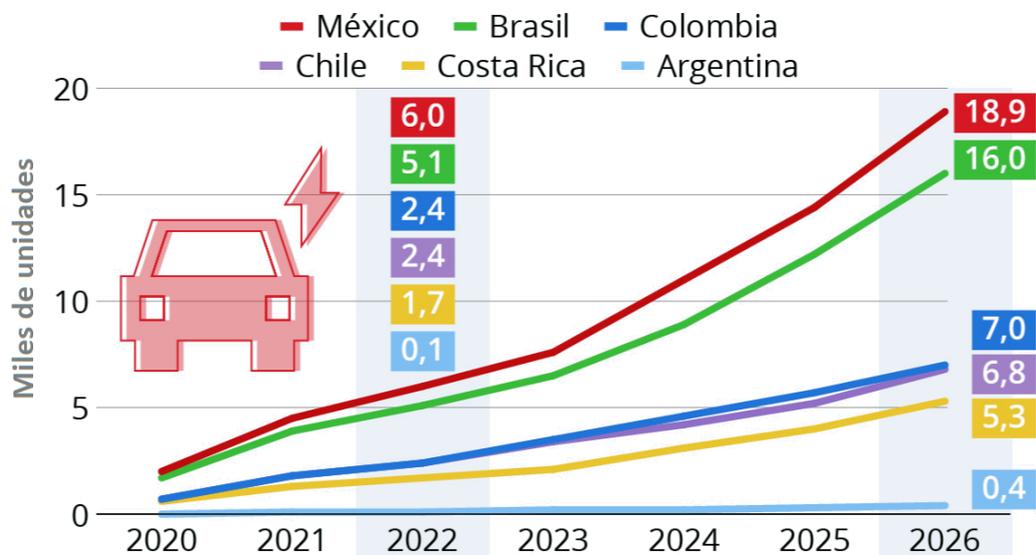


Figura 3. América Latina: automóviles eléctricos, en el periodo 2020-2026 (miles de automóviles).

Nota. Estimaciones de enero del año 2022. Recuperado de "México, líder en ventas de autos eléctricos en América Latina", de Statista (2022).

En el Perú, según los datos presentados en la Figura 4, se muestra una tendencia creciente en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos a lo largo del tiempo. Inicialmente, en junio del año 2020, se registraron 44 ventas, y a medida que avanzan los meses, se observa un aumento gradual en las cifras. A partir de

enero de 2021 las ventas comienzan a mostrar un crecimiento más acelerado, alcanzando su punto máximo en enero de 2023 con 299 ventas. Si bien existen variaciones mensuales en las cifras, en general se puede apreciar una tendencia ascendente en la adopción de vehículos eléctricos e híbridos durante el periodo considerado.

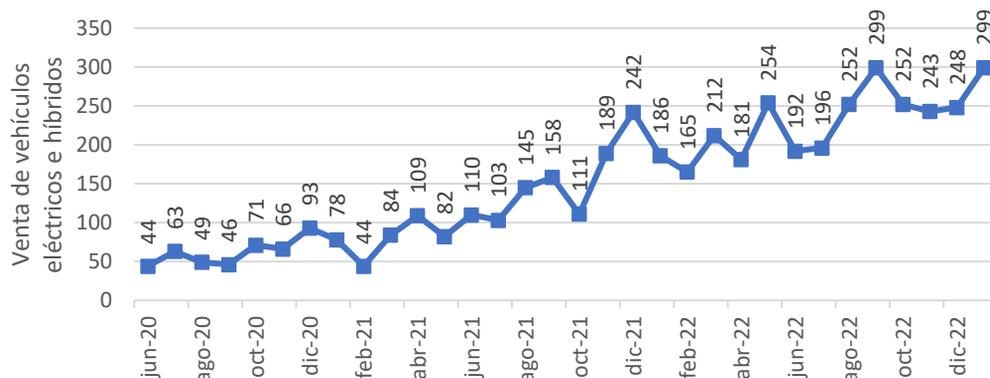


Figura 4. Perú: venta de vehículos electrificados, en el periodo junio 2020- enero 2023 (número).

Nota. Datos Sunarp. Adaptado de "Venta de vehículos eléctricos e híbridos", de Asociación Automotriz del Perú (2023).

Por otro lado, los datos presentados en la Figura 5 revelan tendencias claras en la adopción de vehículos eléctricos y su impacto en el ahorro diario de barriles de petróleo. Desde 2015 hasta 2025, se observará un crecimiento significativo en el ahorro diario de barriles de petróleo en todas las categorías analizadas. En el caso de los vehículos eléctricos de pasajeros, pasará de ahorrar 8600 barriles diarios en 2015 a 886 700 barriles diarios en 2025. Por su parte, los vehículos comerciales eléctricos experimentarán un aumento de 0 a 145 000 barriles diarios ahorrados en el mismo periodo.

En cuanto a los autobuses eléctricos, se observará un incremento de 43 100 a 333 800 barriles diarios ahorrados, y los vehículos eléctricos de dos y tres ruedas mostrarán un incremento de 674 300 a 1 100 000 barriles diarios ahorrados. Estos datos resaltan claramente la contribución positiva de los vehículos eléctricos que conseguirán en la reducción del consumo de petróleo, con un crecimiento significativo en todas las categorías analizadas a lo largo de la década estudiada.

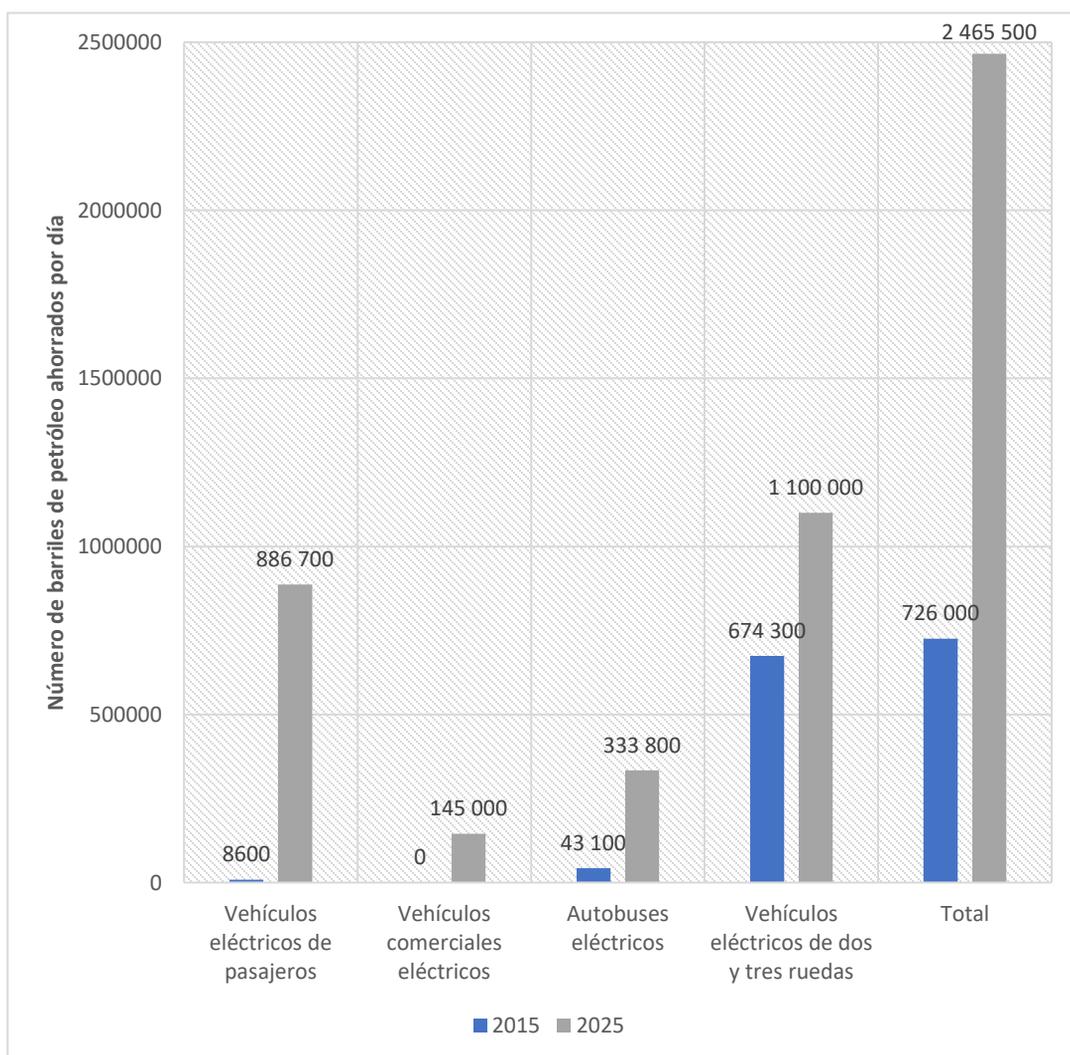


Figura 5. Mundo: barriles de petróleo ahorrados por día, entre 2015 y 2025 (número de barriles).

Nota. Adaptado de "Electric vehicle Outlook 2022", de BloombergNEF (2022).

Referencias

- Asociación Automotriz del Perú. (2023). Venta de vehículos eléctricos e híbridos. Obtenido de <https://aap.org.pe/venta-de-vehiculos-electrificados-arranca-el-2023-con-pie-derecho-enero-2023-sunarp/>
- Banco Mundial. (17 de noviembre de 2022). Vehículos eléctricos: beneficios económicos y ambientales para los países en desarrollo. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/11/17/electric-vehicles-an-economic-and-environmental-win-for-developing-countries>
- BloombergNEF. (2022). Electric vehicle Outlook 2022. Obtenido de <https://bnef.turtl.co/story/evo-2022/page/1?teaser=yes>
- IEA. (2023a). Trends in electric light-duty vehicles. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-electric-light-duty-vehicles>
- IEA. (2023b). Prospects for electric vehicle deployment. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/prospects-for-electric-vehicle-deployment>
- Ipsos. (6 de junio de 2022). Qué piensan realmente los consumidores online de los coches eléctricos en 2022. Obtenido de <https://www.ipsos.com/es-es/que-piensan-realmente-los-consumidores-online-de-los-coches-electricos-en-2022>
- Statista. (2022). México, líder en ventas de autos eléctricos en América Latina. Obtenido de <https://es.statista.com/grafico/26906/volumen-de-ventas-de-vehiculos-electricos-en-latinoamerica/>

2. Mayor capacidad de energía nuclear

Hacia 2050, se estima que la capacidad de energía nuclear a nivel mundial alcance los 404 GW(e), en comparación con la capacidad registrada en 2021 de 390 GW(e). En cuanto a la distribución regional de la energía nuclear en 2021, América del Norte lideró la generación con una capacidad de 109,1 GW(e), seguida de cerca por Asia Oriental con 107,6 GW(e). Por otro lado, África y América Latina fueron las regiones con menor producción nuclear, con capacidades de 1,8 GW(e) y 5 GW(e), respectivamente. En cuanto al número de reactores nucleares operativos entre 2000 y 2021, se observó una estabilidad, manteniéndose en un rango estrecho de 434 a 450 reactores.

La energía nuclear se obtiene mediante la división o fusión de núcleos atómicos. Actualmente, la fisión nuclear es el método predominante para generar electricidad a nivel mundial. En la última década, la capacidad global de energía nuclear ha experimentado un crecimiento constante gracias a la incorporación de nuevas unidades y mejoras en los reactores existentes. Aunque la capacidad total tuvo una ligera disminución en 2021, la generación de electricidad aumentó. A nivel regional, América del Norte y Asia Oriental lideraron en la generación de energía nuclear, mientras que África y América Latina tuvieron una producción más baja. Las proyecciones futuras a nivel mundial presentan escenarios optimistas, con posibles aumentos en la capacidad de generación eléctrica nuclear.

La energía nuclear es una forma de energía que se desprende del núcleo o núcleo central de los átomos, los cuales consisten en protones y neutrones. Esta fuente de energía puede generarse de dos maneras: a través de la fisión nuclear, donde los núcleos de los átomos se dividen en varias partes, o mediante la fusión nuclear, donde estos se unen. Actualmente, la fisión nuclear es el método más utilizado en todo el mundo para producir electricidad a partir de la energía nuclear, mientras que la tecnología para generar electricidad a través de la fusión se encuentra en fase de investigación y desarrollo (IAEA, 2021).

La producción de energía nuclear varía según cada país. Alrededor de 450 reactores (instalación de la parte central de una planta de energía nuclear, donde se genera la energía térmica requerida para producir electricidad) en todo el mundo generan energía nuclear, lo que representa aproximadamente el 10 % de la electricidad mundial y alrededor del 4 % del suministro energético global. Asimismo, algunos países están optando por la energía nuclear como una fuente de energía limpia (World Economic Forum, 2022).

En los Estados Unidos, la energía nuclear representa más del 50 % de la electricidad limpia del país. Además, en 2020, 88 de los 96 reactores operativos en el país recibieron aprobación para una extensión de su vida útil por 20 años. China, el segundo mayor productor de energía nuclear del mundo, está invirtiendo más en este tipo de energía para cumplir con sus objetivos climáticos. Su plan incluye la construcción de 150 nuevos reactores para el año 2035. En Europa, las opiniones sobre la energía nuclear varían. Alemania, por ejemplo, tiene previsto cerrar su último reactor en funcionamiento en 2022 como parte de su estrategia de eliminación nuclear, mientras que Francia planea expandir su capacidad nuclear. Por su parte, en Asia se encontraron en construcción más de 50 reactores nucleares adicionales en 2020, y se planificaron cientos de proyectos en la región (World Economic Forum, 2022). Esto muestra que el papel de la energía nuclear continúa siendo objeto de consideración y desarrollo en diferentes partes del mundo.

A medida que los países avanzan hacia la descarbonización de sus fuentes de energía, la energía nuclear podría experimentar un renacimiento en el panorama energético global, a pesar de los planes de eliminación en diversos países (World Economic Forum, 2022). Además, se han expresado opiniones divergentes sobre el cierre de plantas de energía nuclear. Por un lado, hay quienes consideran que es necesario para impulsar la adopción de energías renovables y reducir la dependencia de una tecnología nuclear percibida como insostenible y peligrosa. Sin embargo, los críticos argumentan que dicho cierre podría resultar en un aumento en la utilización de combustibles fósiles en lugar de energías renovables (Paddison, Schmidt, & Kappeler, 2023).

Por su parte, la capacidad mundial de energía nuclear a finales de 2021 fue de 389,5 GW(e), con 437 reactores operativos en 32 países. En la última década, se ha producido una tendencia de crecimiento gradual de la

capacidad de energía nuclear, incluido un aumento significativo de 20,7 GW(e) mediante la conexión de nuevas unidades a la red y la mejora de los reactores existentes. Aunque la capacidad global total disminuyó alrededor de 3 GW(e) o un 1 % en 2021 en comparación con el año anterior, la generación de electricidad experimentó un aumento del 4 % durante ese mismo periodo. Asimismo, a lo largo de 2021 se utilizaron un total de 397,6 GW(e) con 447 reactores nucleares operativos para la generación de electricidad (IAEA, 2022a).

En términos de la distribución regional de la generación de energía nuclear en 2021, se puede observar en la Figura 6 que América del Norte lideró la generación con la mayor cantidad de energía nuclear, alcanzando los 109,1 GW(e), seguida por Asia Oriental con 107,6 GW(e). Por otro lado, las regiones con menor producción nuclear fueron África, con 1,8 GW(e), y América Latina, con 5 GW(e).

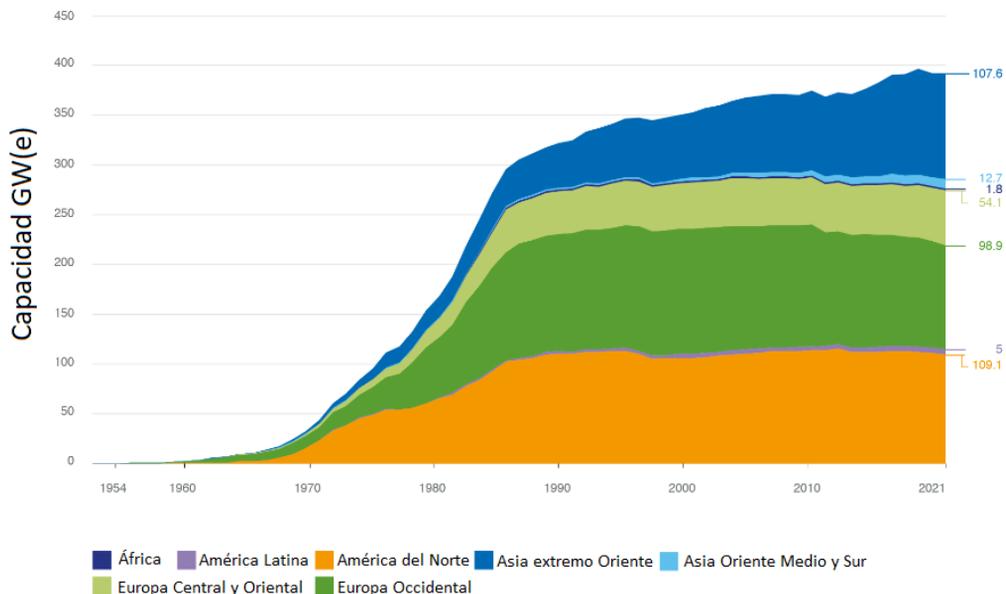


Figura 6. Mundo: capacidad de generación de energía nuclear a nivel regional, periodo 1954-2021(Gw(e))

Nota. Adaptado de "Amid Global Crises, Nuclear Power Provides Energy Security with Increased Electricity Generation in 2021", de IAEA (2022a).

Las proyecciones de capacidad de generación eléctrica nuclear presentan diferentes escenarios para el futuro. En el escenario más optimista, se espera que la capacidad total de generación eléctrica aumente alrededor del 23 % para 2030 (479 GW(e)) y se duplique para 2050 (873 GW(e)) en comparación con la capacidad

registrada en 2021 (390 GW(e)). Por otro lado, en un . escenario menos optimista, se prevé una disminución de aproximadamente el 2 % en la capacidad de generación eléctrica nuclear para 2030 (381 GW(e)), seguida de un repunte con un aumento de alrededor del 3,5 % para 2050 (404 GW(e)), como se aprecia en la Figura 7..

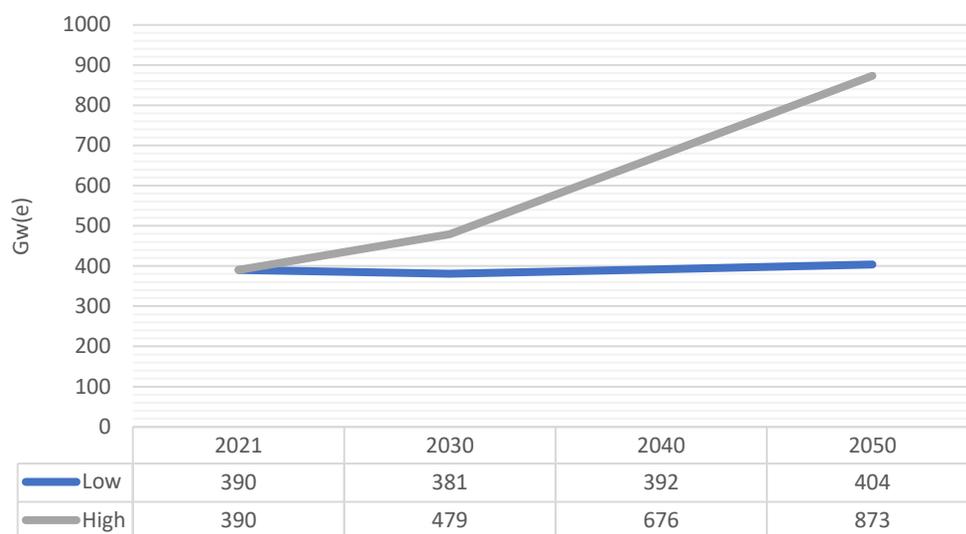


Figura 7. Mundo: capacidad de generación eléctrica nuclear, en el periodo 2021-2050 (Gw(e)).

Nota. Adaptado de "Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050", de IAEA (2022b).

En la Tabla 1, la producción proyectada de energía nuclear en diferentes regiones muestra una variedad de niveles para los años 2021, 2030, 2040 y 2050. América del Norte experimentará una ligera disminución antes de estabilizarse, América Latina y el Caribe verá un aumento gradual, Europa presentará fluctuaciones en diferentes subregiones,

África y Asia Occidental mostrarán un crecimiento moderado, Asia Meridional experimentará un aumento significativo y Asia Central y Oriental liderará en producción. Estas proyecciones reflejan la complejidad y las diferentes tendencias regionales en el uso de la energía nuclear.

Región	2021	2030		2040		2050	
		Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
América del Norte	109,1	86	110	63	110	40	124
América Latina y el Caribe	5,1	6	6	9	16	12	25
Norte, Oeste y Sur de Europa	99,6	84	90	70	112	43	133
Europa del Este	53	53	62	55	93	63	104
África	1,9	2	3	8	12	9	21
Asia Occidental	3,2	8	9	12	19	14	24
Asia Meridional	10	18	29	32	49	47	78
Asia Central y Oriental	107,7	124	170	142	260	173	347
Sudeste asiático				1	5	3	15
Oceanía							2

Tabla 1. Mundo: capacidad de generación eléctrica nuclear, en el periodo 2021-2050 (Gw).

Nota. Adaptado de "Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050", de IAEA (2022b).

En la Figura 8, los datos proporcionados muestran la cantidad de reactores nucleares operativos en el periodo 2000-2021. Aunque hay fluctuaciones ligeras en el número de reactores en algunos años, en general, se observa una estabilidad en el número de reactores operativos a lo largo de este periodo.

La cifra se mantiene en un rango estrecho,

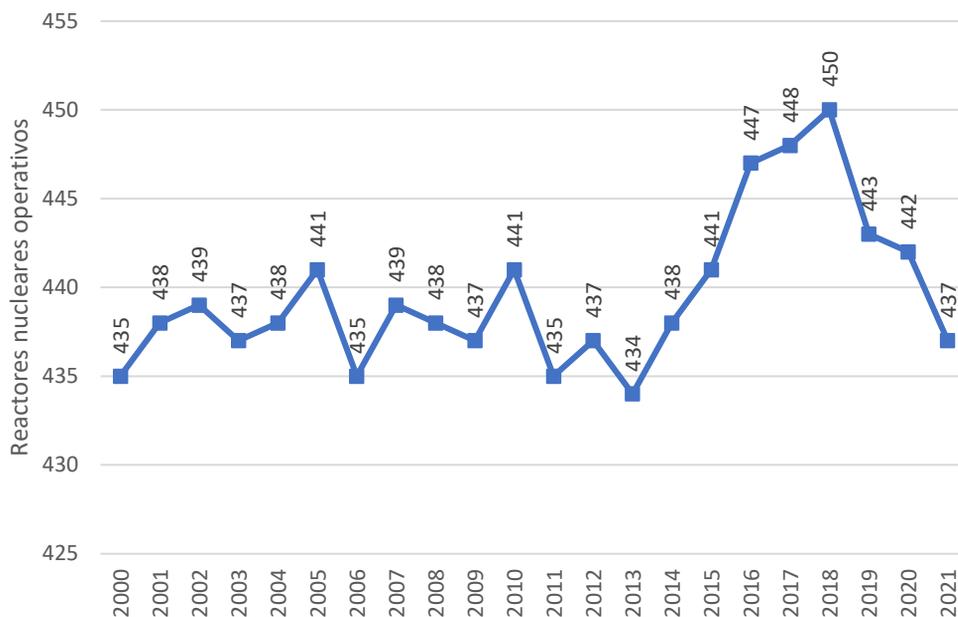


Figura 8. Mundo: reactores nucleares operativos, en el periodo 2000-2021 (número de reactores).
Nota. Adaptado de "Energy & Environment", de Statista (2022).

Referencias

- IAEA. (3 de noviembre de 2021). ¿Qué es la energía nuclear? La ciencia de la energía nucleoelectrica. Obtenido de <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-energia-nuclear-la-ciencia-de-la-energia-nucleoelectrica>
- IAEA. (14 de julio de 2022a). Amid Global Crises, Nuclear Power Provides Energy Security with Increased Electricity Generation in 2021. Obtenido de <https://www.iaea.org/newscenter/news/amid-global-crises-nuclear-power-provides-energy-security-with-increased-electricity-generation-in-2021>
- IAEA. (2022b). Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. Obtenido de https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-42_web.pdf
- Paddison, L., Schmidt, N., & Kappeler, I. (15 de abril de 2023). 'A new era': Germany quits nuclear power, closing its final three plants. Obtenido de CNN: <https://edition.cnn.com/2023/04/15/europe/germany-nuclear-phase-out-climate-intl/index.html>
- Statista. (2022). Energy & Environment. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/263945/number-of-nuclear-power-plants-worldwide/>
- World Economic Forum. (28 de enero de 2022). Which country is currently producing the most nuclear power? Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/energy-nuclear-power-production-electricity-sustainable/>

3. Mayor consumo de gas natural

Hacia el año 2050, se estima que habrá un aumento en el consumo de gas natural, llegando a alcanzar los 4616 mil millones de metros cúbicos, en comparación con los 3815 mil millones de metros cúbicos que se registrarán en el año 2025. Es importante destacar que se ha observado una tendencia ascendente desde el año 2011, partiendo de un nivel de 3257,3 mil millones de metros cúbicos y alcanzando los 4036,9 mil millones en 2021. En relación al Perú, el número de usuarios de gas natural en el sector residencial se incrementó a un total de 1 040 925 clientes de gas natural en 2020. Además, en el ámbito del transporte terrestre, se llevaron a cabo conversiones a gas natural en 9510 vehículos durante el año 2020, lo que suma un total acumulado de 304 274 unidades convertidas desde el año 2006.

El gas natural, resultado de la descomposición de organismos vivos bajo condiciones extremas, sigue los pasos de su proceso de formación compartido con el carbón y el petróleo. Las perspectivas apuntan a un aumento en la demanda mundial de gas natural hacia el año 2050. En el Perú, un fenómeno destacado es el crecimiento significativo en el número de usuarios de gas natural, especialmente en el sector residencial. Asimismo, el uso de gas natural en vehículos está en auge gracias a sus ventajas operativas, especialmente en el sector del transporte terrestre.

El gas natural es un tipo de combustible fósil que se origina a partir de la descomposición de plantas, animales y microorganismos que vivieron hace millones de años, de manera similar al carbón y al petróleo. Se forma en el subsuelo en condiciones extremas, donde la materia orgánica se descompone y se cubre con capas de suelo, sedimentos y rocas. A lo largo del tiempo, esta materia orgánica se comprime y se calienta, lo que rompe los enlaces de carbono y da lugar a la formación de metano termogénico, el componente principal del gas natural (National Geographic, 2023).

Los datos presentados en la Figura 9 muestran una tendencia ascendente en el consumo mundial de gas natural a lo largo de los años. En el periodo 2011-2021, se observa un crecimiento en la demanda de este recurso energético. Comenzando en 3257,3 mil millones de metros cúbicos en 2011, la cifra se incrementa gradualmente, alcanzando los 4036,9 mil millones en 2021. Estos datos indican un aumento sostenido en la utilización de gas natural como fuente de energía, reflejando su importancia en diferentes sectores industriales y de generación de electricidad.



Figura 9. Mundo: consumo de gas natural, en el periodo 2011-2021 (mil millones de metros cúbicos).
Nota. Adaptado de "Statistical Review of World Energy 2022", de BP (2022).

En concordancia con lo señalado en el párrafo anterior, la Figura 10 muestra una tendencia claramente ascendente en el consumo de gas natural para el periodo 2025-2050. Se proyecta que el consumo de gas natural alcance los 3815 mil millones de metros cúbicos

en 2025 y aumente a 4203 mil millones en 2030. A partir de ese punto, se observa un crecimiento gradual, llegando a 4635 mil millones de metros cúbicos en 2045, y luego se prevé una ligera disminución a 4616 mil millones de metros cúbicos en 2050..

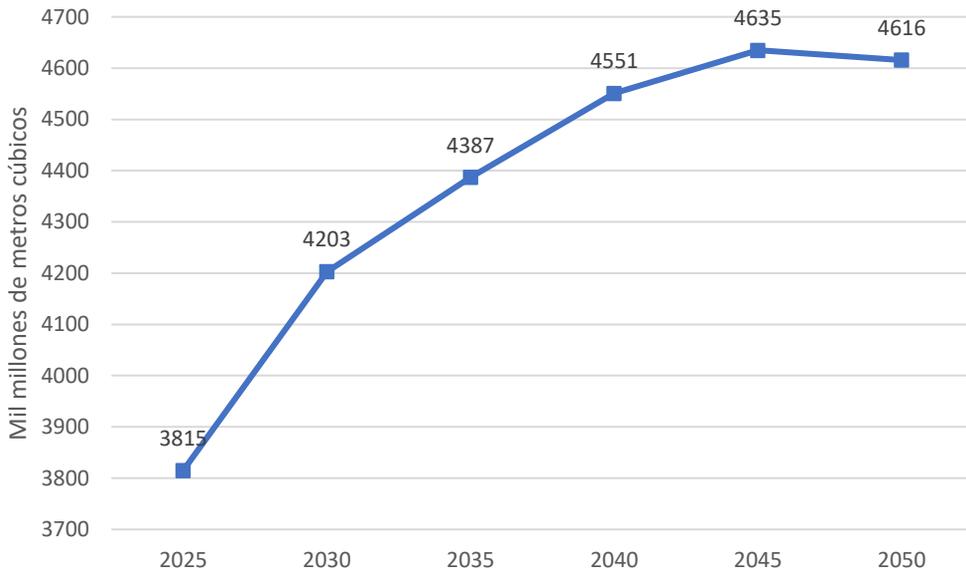


Figura 10. Mundo: proyección del consumo de gas natural, en el periodo 2025-2050 (mil millones de metros cúbicos).
Nota. Adaptado de "Prospects for natural gas depend on the speed of the energy transition", de BP (2023).

A nivel regional, los datos de los años 2011 y 2021 muestran cambios significativos en el consumo de gas natural, como se observa en la Figura 11. En 2011, África registró un consumo de 200,6 mil millones de metros cúbicos, mientras que en 2021 este valor aumentó a 257,5 mil millones. En América Central y del Sur, el consumo pasó de 164,1 mil millones metros cúbicos en 2011 a 153,3 mil millones en 2021. En Oriente Medio, se observó un incremento considerable, alcanzando los 714,9 mil millones de metros cúbicos en 2021 desde los 520 en 2011. En la Comunidad de Estados Independientes, el consumo de gas natural en 2021 llegó a 896 mil millones

de metros cúbicos, en comparación con los 774,8 mil millones en 2011. En Europa, hubo una disminución de 284,8 mil millones de metros cúbicos en 2011 a 210,4 mil millones en 2021. Asia Pacífico mostró un aumento significativo, pasando de 492,6 mil millones de metros cúbicos en 2011 a 669 mil millones en 2021. Por último, Norteamérica tuvo un ligero aumento en el consumo de gas natural para energía, alcanzando los 820,5 mil millones de metros cúbicos en 2011 a 1135,8 mil millones en 2021. Estos datos reflejan cambios en los patrones de consumo energético a lo largo de una década, con variaciones regionales distintivas.

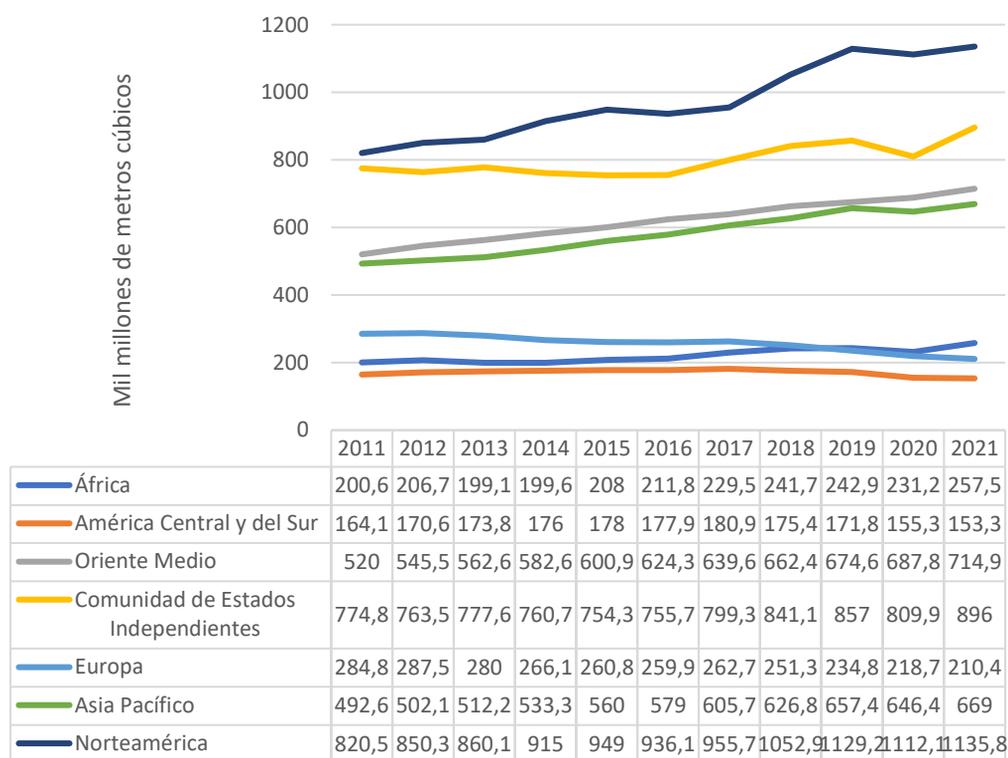


Figura 11. Mundo: consumo de gas natural por región, en el periodo 2011-2021 (mil millones de metros cúbicos).
Nota. Adaptado de "Statistical Review of World Energy 2022", de BP (2022).

En cuanto al Perú, según los informes de Cálidda, el número de usuarios de gas natural se han incrementado significativamente en el año 2020, la empresa distribidora

contó con 1 040 925 clientes de gas natural, como se observa en la Figura 12. Siendo el sector residencial responsable de un 99,7 % de esta cifra.

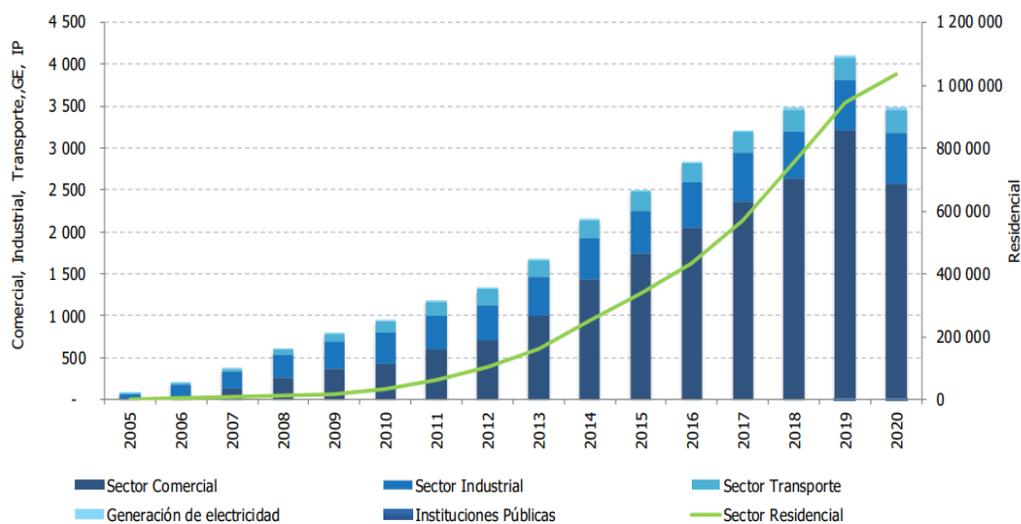


Figura 12. Perú: clientes de gas natural distribuido Cálidda, en el periodo 2005-2020 (número de clientes).
Nota. Recuperado de "Balance Nacional de Energía 2020", del Minem (2022).

Por otro lado, desde hace más de 10 años, los vehículos que usan diésel y la gasolina tienen una nueva alternativa de combustible, es decir, los autobuses, montacargas, vehículos livianos y pesados, motocicletas, automóviles, camionetas y locomotoras están usando gas natural como combustible. El gas natural se considera una opción más económica y respetuosa con el medio ambiente en comparación con los combustibles convencionales. Actualmente, la adopción de vehículos a gas natural en el sector automotriz está en aumento debido a las ventajas que ofrecen en términos de operatividad.

Como resultado, la industria del transporte está experimentando un aumento en la demanda de vehículos que utilizan gas natural licuado (GlobeNewswire, 2022).

En relación al transporte terrestre, la Figura 13 muestra que en el año 2020 se realizaron conversiones a gas natural en 9510 vehículos en el Perú, lo que suma un total acumulado de 304 274 unidades convertidas desde el año 2006. Además, se encuentran en funcionamiento 336 estaciones de servicio de gas natural vehicular (GNV). Es importante destacar que la mayor proporción de vehículos convertidos a GNV corresponde al uso en automóviles.

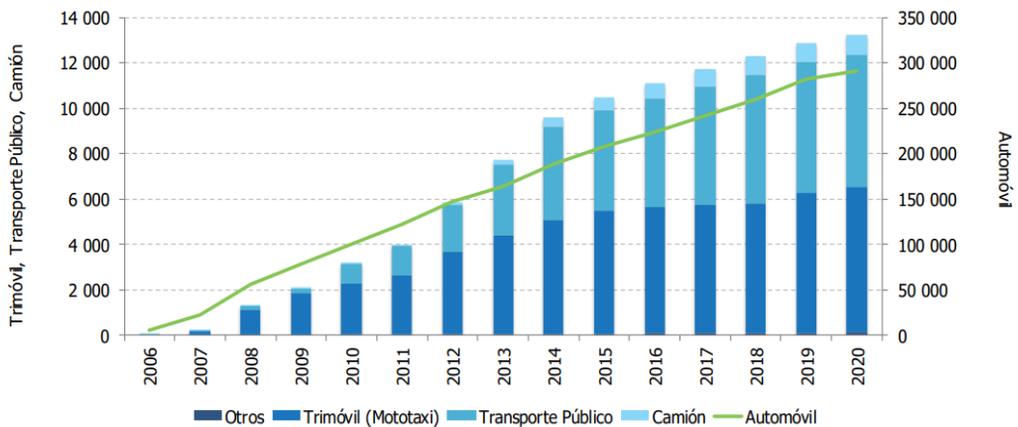


Figura 13. Perú: vehículos que utilizan gas natural, en el periodo 2006-2020 (número de vehículos).
Nota. Recuperado de "Balance Nacional de Energía 2020", del Minem (2022).

Referencias

- BP. (2022). Statistical Review of World Energy 2022. Obtenido de <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>
- BP. (2023). Prospects for natural gas depend on the speed of the energy transition. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/natural-gas.html>
- GlobeNewswire. (13 de diciembre de 2022). Global Automotive Natural Gas Vehicle Market Report 2022: Increasing Investment in Vehicles With CNG Backing Drives Growth. Obtenido de <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/12/13/2572578/28124/en/Global-Automotive-Natural-Gas-Vehicle-Market-Report-2022-Increasing-Investment-in-Vehicles-With-CNG-Backing-Drives-Growth.html>
- Minem. (setiembre de 2022). Balance Nacional de Energía 2020. Obtenido de https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=653
- National Geographic. (21 de febrero de 2023). Natural Gas. Obtenido de <https://education.nationalgeographic.org/resource/natural-gas/>

4. Creciente demanda de hidrógeno limpio

Hacia 2050, se proyecta que la producción de hidrógeno verde alcance aproximadamente 306 millones de toneladas, en comparación con los 27 millones de toneladas estimadas para el año 2030. Por otro lado, se espera que la producción de hidrógeno azul aumente a 19 millones de toneladas en 2030 y se incremente aún más a 129 millones de toneladas para 2050. En cuanto al hidrógeno biogénico, se prevé un crecimiento más moderado, alcanzando un valor de 23 millones de toneladas en 2050. Además, se espera una reducción significativa en los costos de producción de hidrógeno limpio en la próxima década; es decir que llegue a 2 dólares por kilogramo, aproximadamente.

En el campo de la energía, el hidrógeno verde se presenta como una opción altamente limpia y deseable. Se obtiene a través de fuentes renovables como la energía solar y eólica, a diferencia del hidrógeno azul, que proviene del gas natural, y del hidrógeno negro, generado a partir de combustibles no renovables como el carbón o el petróleo. Una de las ventajas del hidrógeno es su capacidad para almacenar y distribuir energía de manera eficiente, convirtiéndolo en una solución atractiva para abordar los desafíos energéticos del futuro. La producción y la demanda de hidrógeno verde están en aumento, y se prevé que los costos de producción de hidrógeno limpio disminuyan en la próxima década, logrando que sea económicamente competitiva en diversas aplicaciones. En ese sentido, la transición hacia un futuro de energía limpia requerirá cambios significativos en la economía global y en los patrones de consumo de energía, y el hidrógeno desempeñará un papel central en esta transformación..

Dentro del espectro de opciones energéticas, se encuentra una alternativa más limpia y altamente deseable conocida como hidrógeno verde. Este tipo de hidrógeno se produce utilizando fuentes renovables de energía, como la generada por campos de paneles solares o turbinas eólicas que aprovechan la fuerza del viento. En contraste, el hidrógeno azul, que es el tipo más común en la actualidad, se obtiene extrayéndolo de yacimientos de gas natural. Es importante destacar que, durante décadas, se ha producido hidrógeno utilizando combustibles no renovables como el carbón o el petróleo, y se le ha denominado hidrógeno negro (también conocido como marrón o gris) debido a su persistente impacto ambiental negativo. En comparación con las energías limpias, como la solar o la eólica que son intermitentes y dependen de la disponibilidad de sol o viento, el hidrógeno posee una ventaja significativa al poder almacenar y distribuir energía de manera eficiente y flexible. Esto lo convierte en una opción atractiva para abordar los desafíos de suministro y distribución energética en el futuro (BBC, 2020).

Por lo tanto, una transición exitosa hacia un futuro de energía limpia requiere cambios rápidos en la economía global y en los patrones de consumo de energía de las personas. La expansión del hidrógeno como vector de energía limpia desempeñará un papel central en esta transición; sin embargo, para que el hidrógeno de bajas emisiones sea competitivo en costos, se necesitarán políticas sólidas, además de las mejoras tecnológicas en todos los aspectos del sistema energético (IEA, 2023).

Los datos presentados en la Figura 14 muestran tendencias para los años 2030 y 2050 en el uso de diferentes categorías de hidrógeno (hidrógeno azul, hidrógeno verde e hidrógeno biogénico), destacando dos escenarios: Acelerado y Net Zero. En ambos escenarios se observa un crecimiento significativo en el hidrógeno azul y verde. En ese sentido, para 2030, el hidrógeno azul aumentará a 12 millones de toneladas (Escenario Acelerado) y a 19 millones de toneladas (Net Zero), según escenario; mientras que, en 2050 se incrementará a 99 millones de toneladas (Acelerado)

y 129 millones de toneladas (Net Zero). Por su parte, para 2030, el hidrógeno verde muestra valores de 16 millones de toneladas (Acelerado) y 27 millones de toneladas (Net Zero), y para 2050, llegarán a 184 millones de toneladas (Acelerado) y 306 millones de toneladas (Net Zero).

y 306 millones de toneladas (Net Zero). El hidrógeno biogénico también experimenta un crecimiento, aunque en menor medida, tal es así que, para 2050, llegará a 8 millones de toneladas (acelerado) y 23 millones de toneladas (Net Zero), respectivamente.

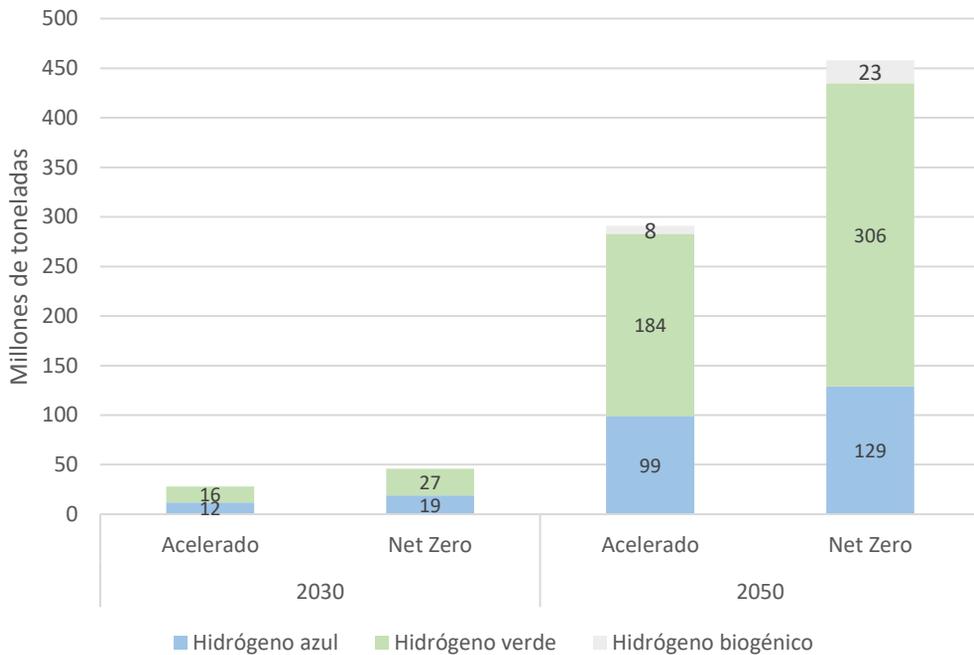


Figura 14. Mundo: suministro de hidrógeno bajo en carbono, entre 2030 y 2050 (millones de toneladas).
Nota. Adaptado de "Energy Outlook", de BP (2023).

Con respecto a los países, en 2022, Australia lideró la lista con un total de 96 instalaciones de producción de hidrógeno verde, como se aprecia en la Figura 15. Alemania y España ocuparon el segundo lugar, empatados con 50 instalaciones cada uno. Países Bajos se situó en el tercer puesto con 48 instalaciones, seguido de cerca por el Reino Unido con 46. Estados Unidos contó con 37 instalaciones, mientras que Rusia tuvo 36.

Portugal se encontró en la séptima posición con 28 instalaciones, seguido de China con 26; y Chile cerró la lista con 22 instalaciones de hidrógeno. Se prevé que para el año 2050, Australia logre reducir los costos de producción de hidrógeno verde a los niveles más bajos a nivel mundial, gracias a la abundancia de recursos solares y eólicos disponibles en el país (Statista, 2022a).

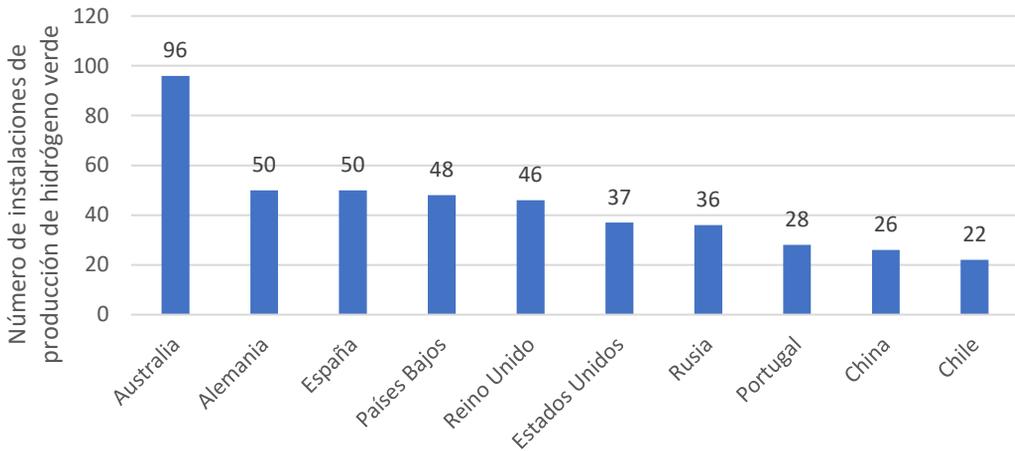


Figura 15. Mundo: instalaciones de producción de hidrógeno verde, 2022 (número).
Nota. Adaptado de "Energy & Environment", de Statista (2022a).

En la Figura 16 se prevé que los costos de producción de hidrógeno limpio (producido a través de fuentes renovables o mediante la implementación de medidas para reducir las emisiones de carbono) disminuirán rápidamente en la próxima década. Con un coste de producción estimado de aproximadamente 2 dólares por kilogramo, el hidrógeno limpio podría llegar a ser económicamente competitivo en diversas

aplicaciones (Mckinsey, 2022). Además, se proyecta que el costo promedio del hidrógeno verde disminuirá de más de 5 dólares en 2020 a menos de 2 dólares en 2050. En cuanto al hidrógeno azul, se espera que su costo se mantenga aproximadamente en 1,5 dólares entre 2030 y 2050, mientras que el hidrógeno gris experimentará un aumento en su costo, llegando a casi 4 dólares en 2050.

Costo de producción del hidrógeno, \$ por kilogramo

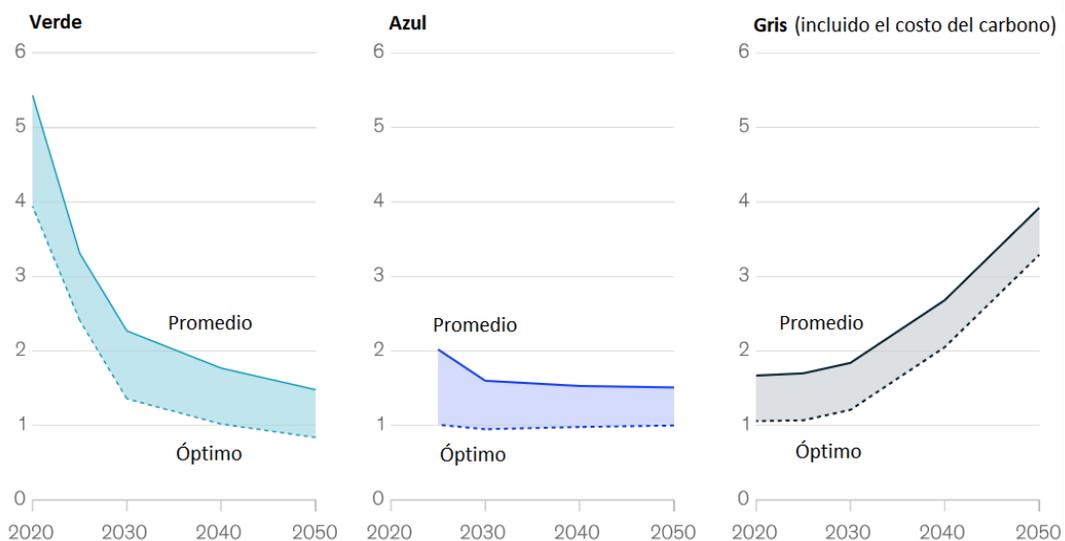


Figura 16. Mundo: costos del hidrógeno limpio, en el periodo 2020-2050 (costo en dólares por kilogramo).
Nota. Adaptado de "Energy Outlook", de Mckinsey (2022).

Relacionado con esto, en la Figura 17 se observa la proyección de la demanda global de hidrógeno, la cual se estima que supere los 500 millones de toneladas métricas para el año 2070. A medida que los gobiernos y los fabricantes de automóviles se alejen de los motores de combustión convencionales y, por ende, del uso de combustibles a base de petróleo, se espera que el sector del transporte

se convierta en el principal consumidor de hidrógeno. Según las previsiones, este sector demandará aproximadamente 158,2 millones de toneladas métricas de hidrógeno para el año 2070 (Statista, 2022b). Esta creciente demanda está en línea con la reducción de costos proyectada, lo que indica un panorama prometedor para la adopción y uso del hidrógeno limpio en el futuro.

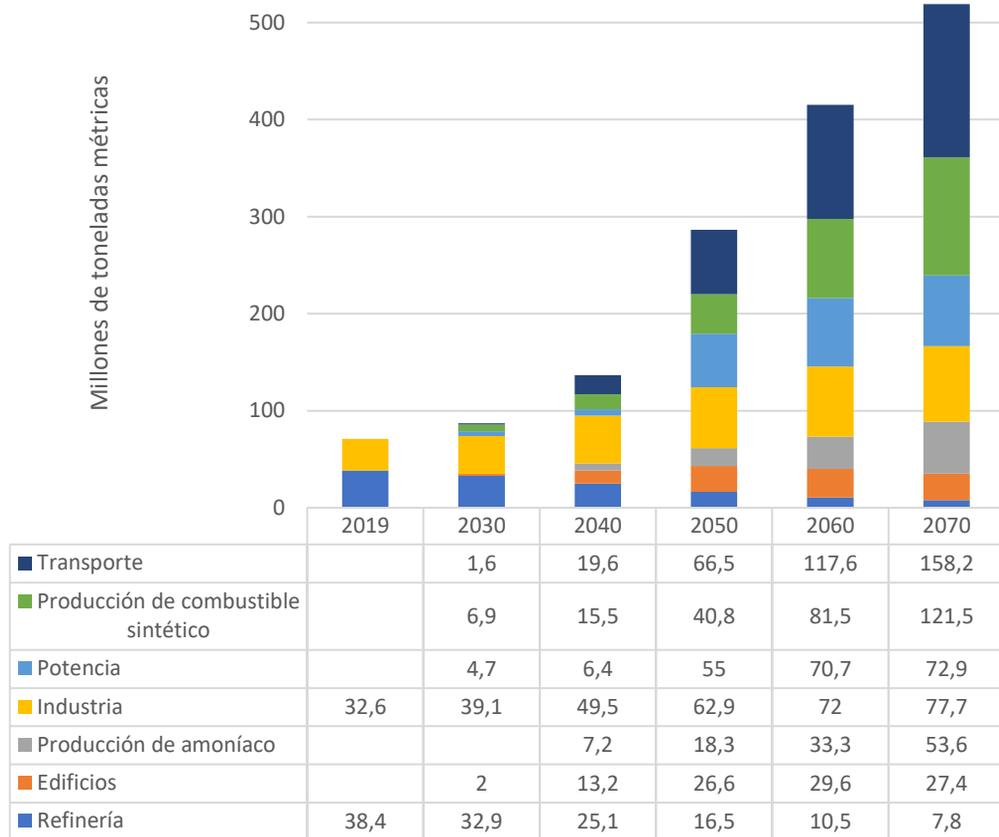


Figura 17. Mundo: demanda de hidrógeno, en el periodo 2019-2070 (millones de toneladas métricas).
Nota. Adaptado de "Energy & Environment", de Statista (2022b).

En el Perú, el Ministerio de Energía y Minas (Minem) reconoce la importancia significativa de evaluar el progreso de las energías alternativas, incluyendo el Hidrógeno Verde como una fuente energética

clave para reconfigurar la matriz energética nacional. Esta iniciativa busca mejorar la seguridad en el suministro de energía y fomentar el desarrollo de fuentes de energía limpia (Minem, 2023).

Referencias

- BBC. (26 de agosto de 2020). Energías renovables: qué son los hidrógenos verde, azul y negro (y por qué se invierten miles de millones en 2 de ellos). Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53925884>
- BP. (2023). Energy Outlook. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>
- IEA. (23 de enero de 2023). Hydrogen Patents for a Clean Energy Future. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/hydrogen-patents-for-a-clean-energy-future>
- Mckinsey. (25 de octubre de 2022). Five charts on hydrogen's role in a net-zero future. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/five-charts-on-hydrogens-role-in-a-net-zero-future>
- Minem. (25 de abril de 2023). Perú: Hidrógeno Verde es clave para impulsar desarrollo de energías limpias. Obtenido de Andina: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-hidrogeno-verde-es-clave-para-impulsar-desarrollo-energias-limpias-937802.aspx>
- Statista. (2022a). Energy & Environment. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/1311948/number-of-green-hydrogen-plants-by-country/>
- Statista. (2022b). Forecast hydrogen demand worldwide in a sustainable development scenario from 2019 to 2070, by sector. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/760001/global-hydrogen-demand-by-sector-sustainable-scenario/>

/

5. Mayor demanda de minerales críticos

Hacia 2050, se espera un incremento significativo en la demanda de cobre, superando los 3500 kt en comparación con los aproximadamente 1700 kt registrados en 2020. De manera similar, se proyecta que la demanda de níquel aumente de alrededor de 85 kt en 2020 a casi 120 kt en 2050. En cuanto al neodimio, se estima que la demanda se eleve de alrededor de 10 kt en 2020 a aproximadamente 37 kt en 2050, mientras que la demanda de disprosio se espera que alcance más de 3,5 kt en 2050, partiendo de aproximadamente 1,2 kt en 2020. Asimismo, se pronostica que la demanda de litio aumente de alrededor de 250 kilotoneladas en 2016 a 2500 kilotoneladas en 2030.

Los minerales críticos, que son indispensables para la tecnología moderna, están adquiriendo cada vez más relevancia en el ámbito geopolítico a nivel mundial. La transición hacia fuentes de energía renovable y la expansión masiva de la electrificación requieren la utilización de materiales como el níquel, el cobre, el litio y los elementos de tierras raras.

Se pronostica un aumento significativo en la demanda de estos minerales para su aplicación en la generación de energía eólica y solar. América Latina cuenta con una amplia diversidad de recursos minerales de alta calidad, lo cual representa una oportunidad para lograr una descarbonización a nivel global, destacando que Chile, Argentina y Perú desempeñan un papel crucial en la producción de minerales críticos como el litio y el cobre. No obstante, resulta imperativo cumplir con rigurosos estándares ambientales y sociales, a la par que se generan beneficios tangibles para las comunidades locales.

Los elementos críticos son minerales de relevancia económica, pero que se encuentran en riesgo de escasez debido a problemas de suministro o agotamiento (Acosta, 2022). Estos minerales, anteriormente subestimados, pero de vital importancia para la tecnología moderna, han adquirido un papel destacado en la agenda geopolítica. Países como la Unión Europea, el Reino Unido y Australia están implementando medidas de financiamiento y legislación a gran escala relacionadas con los minerales críticos (World Economic Forum, 2023).

El mundo está experimentando una transformación sin precedentes para mitigar los impactos perjudiciales del cambio climático. Siendo uno de los casos la transición energética, la cual involucra tres pilares: eficiencia energética, generación de energía renovable y la electrificación masiva de los sectores de uso final. Tecnologías clave como paneles solares, turbinas eólicas y baterías requieren materiales críticos como níquel, cobre, litio y elementos de tierras raras (ETR). Las preocupaciones sobre el acceso futuro a estos materiales, la dificultad de aumentar rápidamente la oferta para satisfacer la

dificultad de aumentar rápidamente la oferta para satisfacer la demanda, el aumento de precios y la volatilidad, así como los problemas geopolíticos, están aumentando. Estos desafíos deben analizarse y tenerse en cuenta en los planes de transición energética de los gobiernos (Irena, 2022).

La Figura 18 ilustra las proyecciones de demanda para cobre, níquel, neodimio y disprosio en aplicaciones eólicas y fotovoltaicas (PV) solares, basadas en el escenario de no sobrepasar el 1,5 °C de temperatura promedio global sobre niveles preindustriales (se plantea que las energías renovables constituyan el 90 % de la mezcla energética para el año 2050). Cabe señalar que estos cuatro materiales se utilizan en tecnologías de energía eólica, mientras que solo el cobre se utiliza en tecnologías de PV solar. Según las proyecciones, se espera que la demanda de cobre aumente de alrededor de 1700 kt en 2020 a más de 3500 kt en 2050. Asimismo, se prevé que la demanda de níquel aumente de aproximadamente 85 kt en 2020 a casi 120 kt en 2050.

En cuanto al neodimio, se estima que la demanda aumente de alrededor de 10 kt en 2020 a aproximadamente 37 kt en 2050, mientras que la demanda de disprosio se proyecta que aumente de aproximadamente 1,2 kt en 2020 a más de 3,5 kt en 2050.

Es importante destacar que la demanda total de estos materiales críticos será aún mayor cuando se consideren otras aplicaciones, como las redes eléctricas y los vehículos eléctricos (EVs) (Irena, 2022).

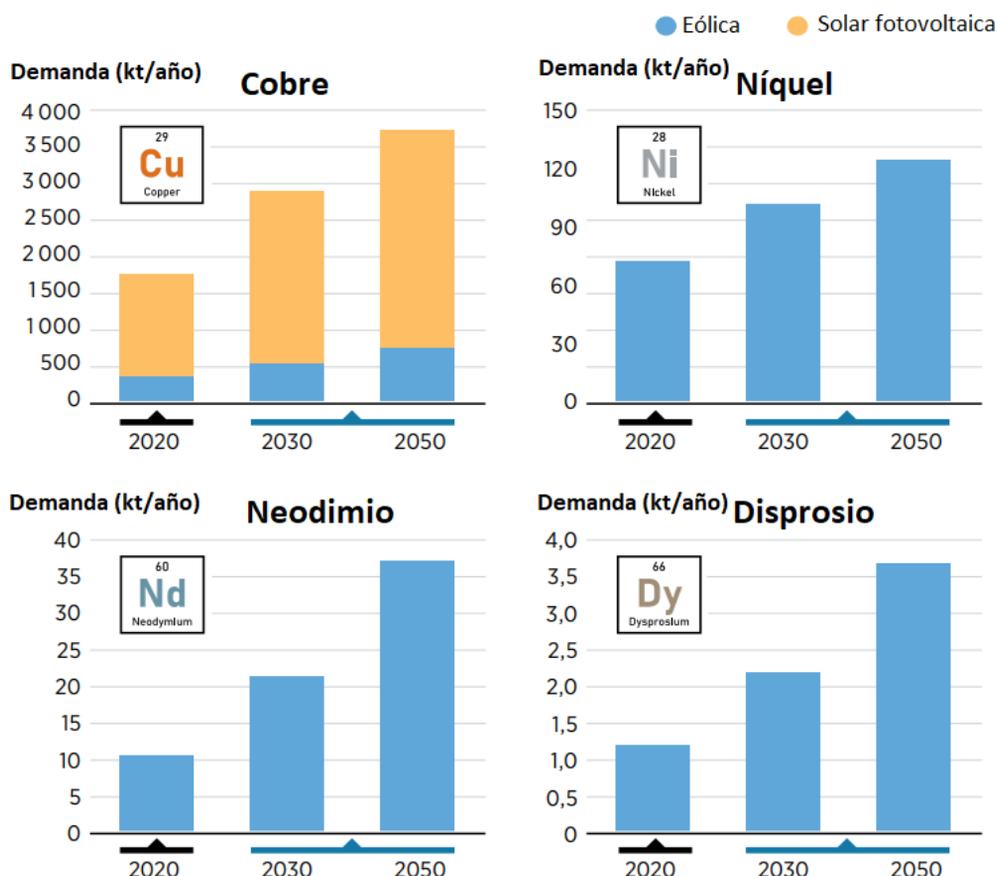


Figura 18. Mundo: demanda prevista de cobre, níquel, neodimio y disprosio en aplicaciones eólicas y solares fotovoltaicas en el escenario de 1,5°C, en el periodo 2020-2050 (kt/año).

Nota. Adaptado de "World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway", de Irena (2022).

En cuanto a la producción mundial de litio, esta ha experimentado un crecimiento constante, alcanzando alrededor de 550 mil toneladas de carbonato de litio en 2021, como se muestra en la Figura 19. Esta producción se encuentra concentrada en cuatro países: Australia, Chile, China y Argentina, que representaron más del 96 % del total ese año. Australia se destacó como el líder, con más del 52 % de la producción minera de litio. A lo largo del tiempo, ha habido cambios significativos en la participación relativa de cada país. Durante la década de 2000, Chile lideraba con un promedio del 40 % de la

producción mundial, mientras que Australia se mantenía alrededor del 23 %. En ese mismo periodo, China y Argentina emergieron como productores relevantes, con una participación promedio del 15 % y 9 %, respectivamente. Sin embargo, en la década de 2010 se produjo un cambio de liderazgo, con la participación de Chile cayendo al 31 % y la de Australia aumentando al 44 %. Entre 2015 y 2021, la brecha entre estos dos países se amplió aún más, alcanzando su punto máximo en 2018, cuando Australia alcanzó el 60,2 % de la producción mundial de litio, mientras que Chile alcanzó el 19 % (Cepal, 2023).

(En miles de toneladas de carbonato de litio equivalente)

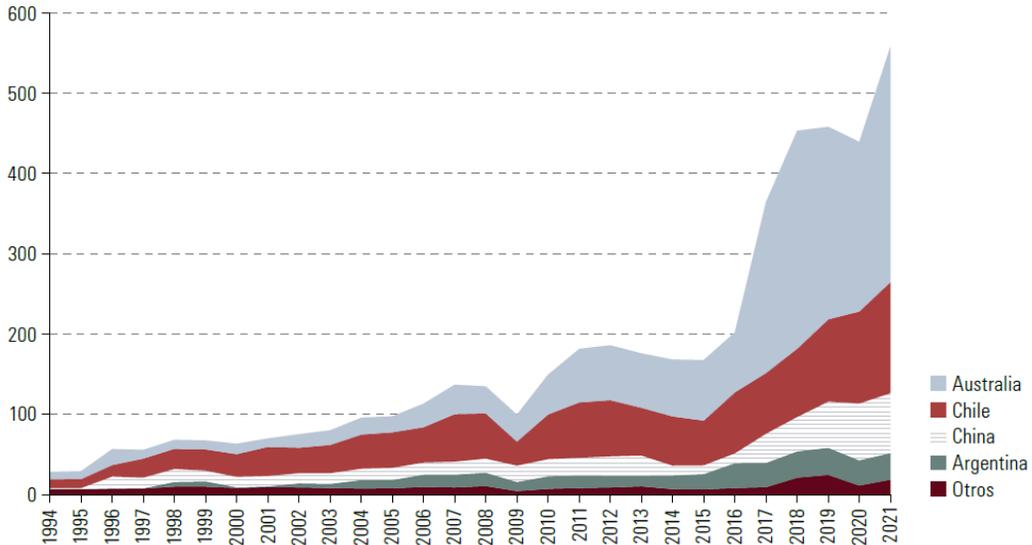


Figura 19. Mundo: producción de litio, en el periodo 1994-2021 (miles de toneladas).

Nota. Recuperado de “Extracción e industrialización del litio: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe”, de la Cepal (2023).

Asimismo, el litio es un componente esencial de las baterías utilizadas en vehículos eléctricos (EVs) y sistemas de almacenamiento de energía estacionaria. En 2020, los EVs representaron aproximadamente el 4 % de las ventas globales de automóviles. Se proyecta que esta proporción crecerá entre cinco y diez veces para 2030;

y en ese sentido, la producción de litio debe aumentar para satisfacer dicha demanda (Irena, 2022). En la Figura 20 se estiman escenarios de oferta y demanda, y se destaca un incremento significativo en la demanda litio, es decir, que pasaría de aproximadamente 250 kt de litio en 2016 para a 2500 kt en 2030.

Oferta y demanda (kilotoneladas)

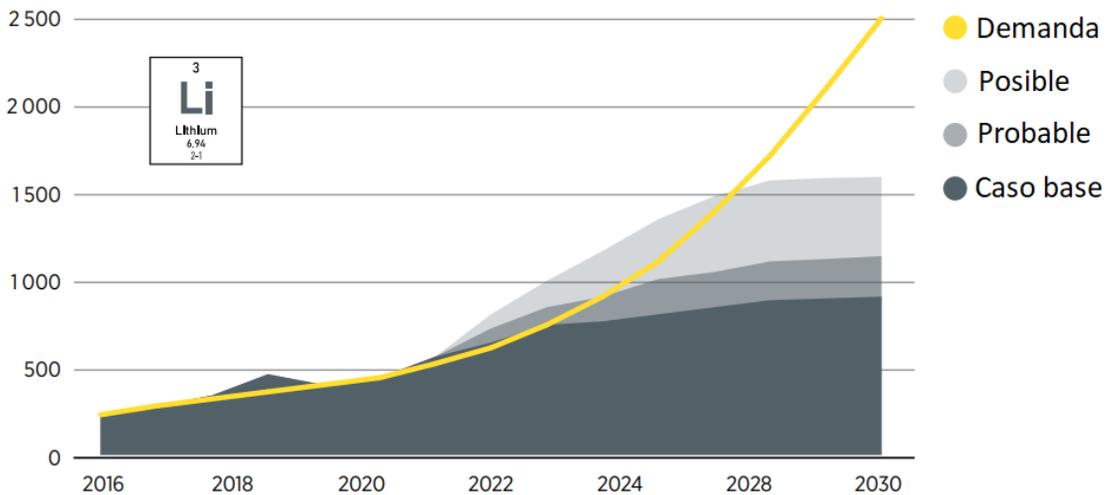


Figura 20. Mundo: cuatro escenarios de oferta y demanda previstas de litio, 2016-2030 (kt).

Nota. Adaptado de “World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway”, de Irena (2022).

De acuerdo a las estimaciones de la Cepal, en 2021 la oferta mundial de litio alcanzó 500 mil toneladas de carbonato de litio equivalente y se espera que aumente en los próximos años como se muestra en la Figura 21. Además, los principales países productores, Australia, Chile, China y Argentina, están trabajando en incrementar su capacidad. Sin embargo, la importancia relativa de estos países podría disminuir debido a la contribución creciente de Canadá, Estados Unidos y Zimbabwe, que actualmente tienen poca producción de litio. América Latina representó el 37 % del consumo mundial en 2021

y se proyecta que reducirá su participación al 32 % en 2030. Aunque la región cuenta con numerosos proyectos en desarrollo, existe una heterogeneidad en su avance y estado. Argentina lidera el avance con la mayor cantidad de proyectos en desarrollo, seguida de Bolivia y Chile. Otros países de la región, como Brasil y México, también están aumentando su producción de litio. Fuera de América Latina, Australia que destaca como el mayor productor de litio, posee menos proyectos en desarrollo en comparación con otros países (Cepal, 2023).

(En miles de toneladas de carbonato de litio equivalente)

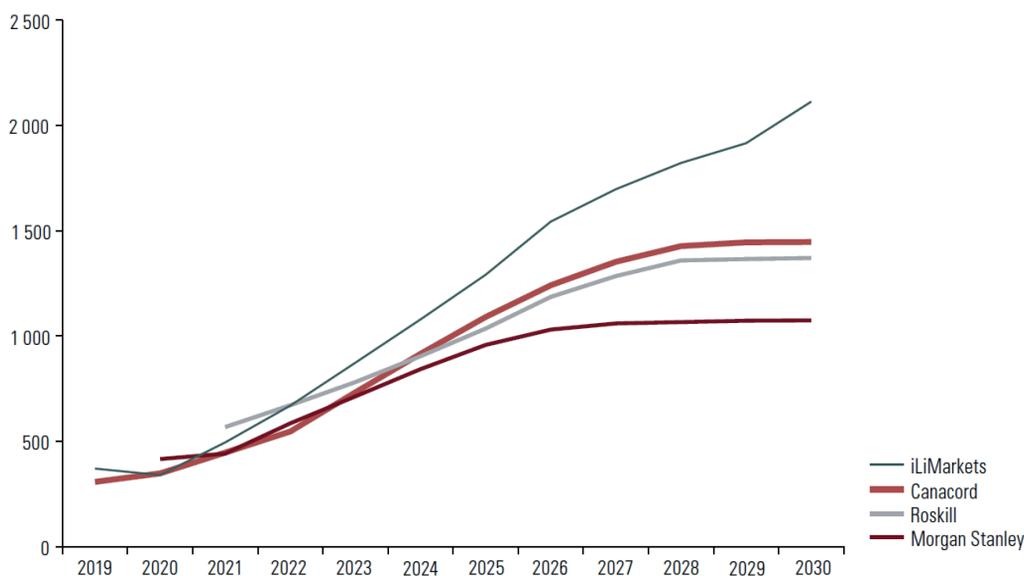


Figura 21. Mundo: proyecciones de la oferta de litio 2019-2030 (miles de toneladas).

Nota. Recuperado de "Extracción e industrialización del litio: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe", de la Cepal (2023).

América Latina posee una sólida trayectoria como productor de diversos minerales fundamentales para las tecnologías de energía limpia. La región ya cuenta con una producción significativa de minerales como el litio, y el cobre que respalda la expansión de las energías renovables y las redes eléctricas. Sin embargo, América Latina podría ampliar su alcance hacia otros materiales, como los elementos de tierras raras utilizados en los motores de vehículos

eléctricos y las turbinas eólicas, así como el níquel, un componente clave en las baterías. En la Figura 22 se muestra que en 2021 Chile lidera la producción de litio en América Latina con un 26 % y cobre con un 27 %. Por otro lado, Perú también desempeña un papel destacado en la producción de cobre, siendo el segundo mayor productor en la región con una participación del 10 %. Estas cifras destacan la importancia de ambos países en el suministro de minerales críticos.

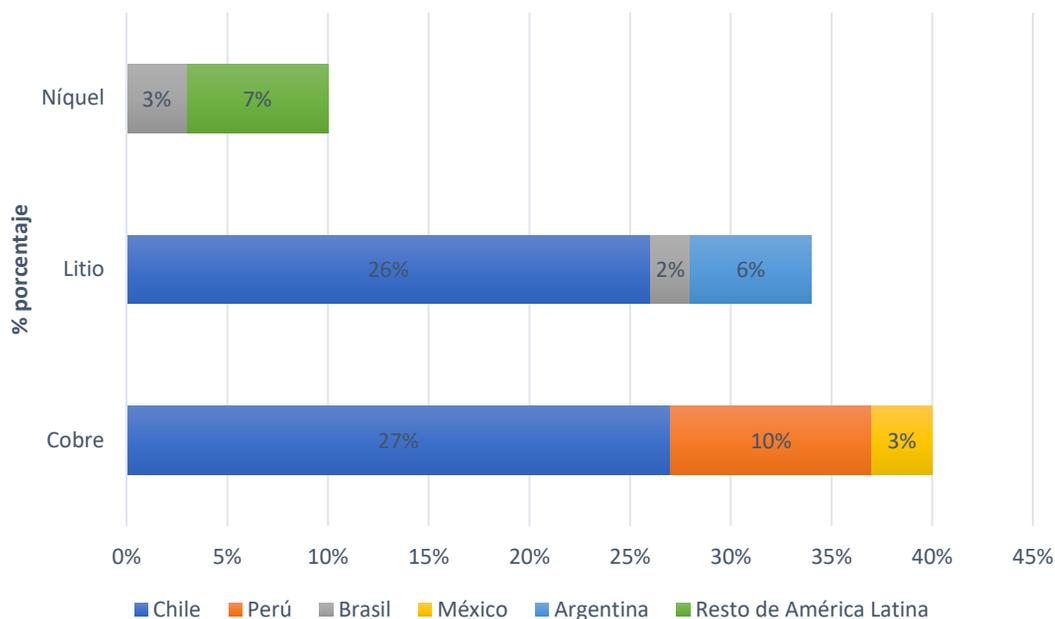


Figura 22. América Latina: producción de minerales críticos, 2021 (porcentaje).

Nota. Adaptado de "Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition", de IEA (2023).

Por lo tanto, América Latina y el Caribe desempeñan un papel crucial en la provisión de estos minerales considerados críticos debido a su riqueza y diversidad en recursos minerales de alta calidad. La región alberga depósitos minerales que contienen los materiales esenciales para la descarbonización, como cobre, litio, zinc, níquel, hierro, manganeso, tierras raras, oro y plata. Aprovechar esta oportunidad para avanzar en la descarbonización es de suma importancia, pero es igualmente necesario cumplir con rigurosos estándares ambientales, sociales y de gobernanza, a la vez que se generan beneficios tangibles para las comunidades locales (BID, 2022).

El Perú destaca en el ámbito de los minerales críticos para la transición energética global, ya que posee 17 minerales críticos fundamentales para este proceso, de los cuales ocho son extraídos en su territorio, estos minerales incluyen cobre, hierro, plomo, plata, zinc, indio y grafito, entre otros (Acosta, 2022). Esta realidad subraya el potencial significativo del Perú como proveedor clave de recursos minerales esenciales para impulsar la adopción de tecnologías limpias y sostenibles a nivel mundial.

Referencias

transición energética y dotación global. Obtenido de GOBPE: <https://www.gob.pe/institucion/ingemmet/noticias/635340-ingemmet-peru-produce-ocho-minerales-criticos-para-la-transicion-energetica-y-dotacion-global>

BID. (setiembre de 2022). América Latina y los minerales críticos para la transición energética. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/america-latina-y-los-minerales-criticos-para-la-transicion-energetica/>

Cepal. (julio de 2023). Extracción e industrialización del litio: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48964-extraccion-industrializacion-litio-opportunidades-desafios-america-latina-caribe?s=03>

IEA. (7 de abril de 2023). Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition. Obtenido de <https://www.iea.org/commentaries/latin-america-s-opportunity-in-critical-minerals-for-the-clean-energy-transition>

Irena. (2022). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway. Obtenido de <https://www.irena.org/Publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>

World Economic Forum. (2 de junio de 2023). ¿Qué son los minerales críticos y por qué son clave para un futuro más verde? Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2023/06/que-son-los-minerales-criticos-y-por-que-son-clave-para-un-futuro-mas-verde/>

/

6. Creciente aporte económico-social de la minería en el Perú

Hacia 2026, se prevé un crecimiento continuo de la actividad de la minería e hidrocarburos en el Perú. Desde 2013 hasta 2022, se ha evidenciado un crecimiento significativo en las transferencias mineras del Perú, pasando de 4570 millones de soles a 11 094 millones de soles. Al examinar los datos del canon minero, se observa un incremento progresivo, partiendo de los 3896 millones de soles registrados en 2013 y alcanzando su punto máximo en 2022 con 7844 millones de soles. En relación a las regalías mineras, se ha experimentado un crecimiento ascendente y altamente significativo, pasando de 502 millones de soles en 2013 a 2954 millones de soles en 2022.

La minería en el Perú es crucial para el desarrollo económico del país, ya que impulsa el PBI, genera divisas, ingresos fiscales y empleo, y tiene un impacto positivo en la Balanza Comercial Nacional. A lo largo del tiempo, las transferencias mineras han aumentado, reflejadas en el incremento del canon minero, de las regalías mineras y del derecho de vigencia y penalidad. Estas transferencias fortalecen la economía de las regiones mineras al financiar proyectos de infraestructura y servicios esenciales, así como la investigación científica y tecnológica en universidades públicas..

La actividad minera desempeña un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo económico del país, ya que contribuye al Producto Bruto Interno (PIB) y tiene un efecto multiplicador en otras actividades productivas. Además, genera divisas e ingresos fiscales a través de impuestos, crea empleos directos e indirectos, mejora el potencial económico y tiene un impacto positivo en la Balanza Comercial Nacional. Por lo tanto, la actividad minera es crucial para impulsar un desarrollo sostenible

en las comunidades cercanas a los proyectos y operaciones mineras (Minem, 2023a).

En la Figura 23 se observa la tendencia de las transferencias mineras del periodo 2013-2022, un incremento en el monto de transferencias mineras que pasaron de 4570 millones de soles en 2013 a 11 094 millones de soles en 2022. Cabe mencionar que existe un crecimiento exponencial de transferencias desde el año 2020.



Figura 23. Perú: transferencias mineras, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).
Nota. Adaptado de "Anuario Minero 2022", del Minem (2023a).

El Canon Minero representa el 50 % del impuesto a la renta pagado por los titulares de la actividad minera en correspondencia de la explotación de recursos minerales metálicos y no metálicos, según lo establecido en la Ley del Canon Minero N° 27506. Este canon se distribuye a los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales y Universidades Públicas que se encuentran en la jurisdicción donde se lleva a cabo la explotación minera. El Canon Minero tiene como objetivo financiar proyectos y obras de infraestructura de impacto regional y local, es decir, aquellas que buscan mejorar la calidad de vida de las poblaciones. Además, se destina una parte del monto a la investigación científica y tecnológica, que se transfiere a las universidades nacionales de la circunscripción de los gobiernos regionales, fomentando la investigación en educación superior (Minem, 2023a).

El análisis de los datos del canon minero revela una tendencia fluctuante a lo largo de los años, pero comparando el canon minero del año 2013 con el canon del año 2022, se puede evidenciar un incremento significativo. Durante el periodo 2013-2016, se observa una disminución constante en el monto del canon minero, disminuyendo de 3896 millones de soles a 1539 millones de soles. No obstante, en 2017 se registra un ligero repunte, alcanzando los 1891 millones de soles. A partir del año 2018, el canon minero fluctuó ligeramente, pero se mantuvo sobre los 2600 millones de soles, y para el año 2022, se produjo un aumento significativo, llegando a su punto máximo en 2022 con 7844 millones de soles.

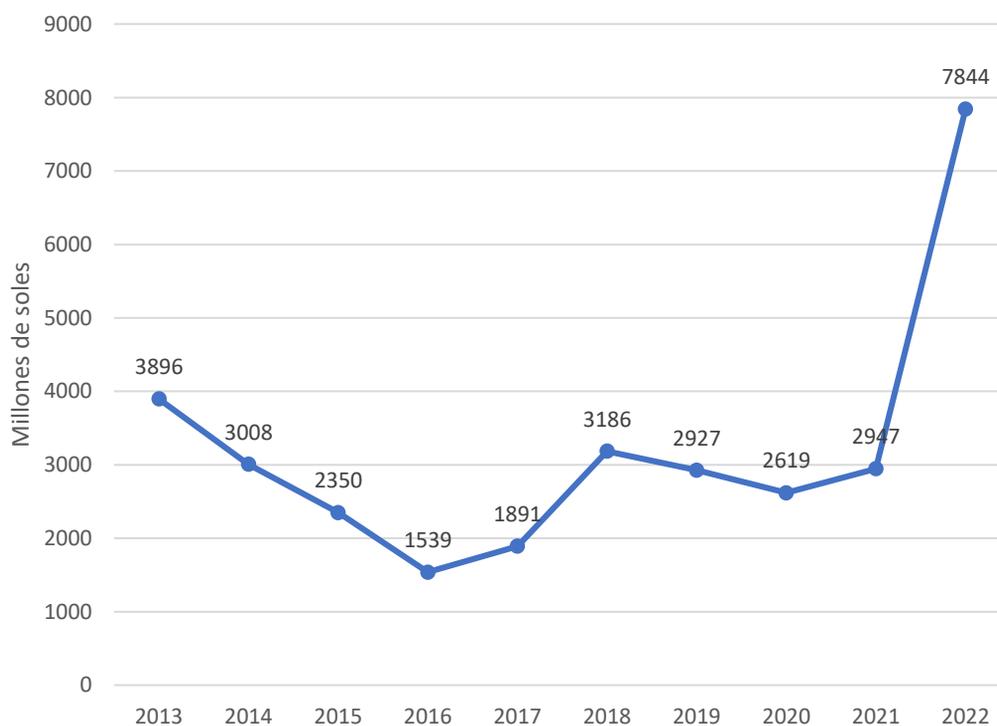


Figura 24. Perú: canon minero, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).
Nota. Adaptado de "Anuario Minero 2022", del Minem (2023a).

Según el Ministerio de Energía y Minas (Minem), las transferencias económicas a los gobiernos locales y regionales por concepto de canon minero en el año 2022 alcanzaron un récord histórico. Se superó el pico anteriormente registrado en el 2007. El canon minero del 2022 experimentó un aumento significativo del 166,1 % en comparación con el año 2021. Es importante destacar que lo transferido en el año 2022 corresponde a las ganancias reportadas por las empresas en el año fiscal 2021. Entre las principales razones de este incremento se encuentran los precios atractivos de los minerales y los mayores niveles de producción debido a la recuperación de la economía global (Minem, 2022).

Por su parte, la Regalía Minera se refiere al pago obligatorio que los titulares de la actividad minera deben hacer al Estado Peruano por la explotación de recursos minerales metálicos y no metálicos. Cada titular minero es responsable de pagar o retribuir los beneficios derivados de la utilización o explotación de los recursos minerales (Minem, 2023a).

Desde 2013 hasta 2015, se observó un ligero aumento en las regalías mineras como se muestra en la Figura 25, pasando de 502 millones de soles a 554 millones de soles, llegando a su punto máximo en 2021 con 3567 millones de soles. En 2022, se observa una ligera disminución en comparación con el año anterior, alcanzando los 2954 millones de soles.

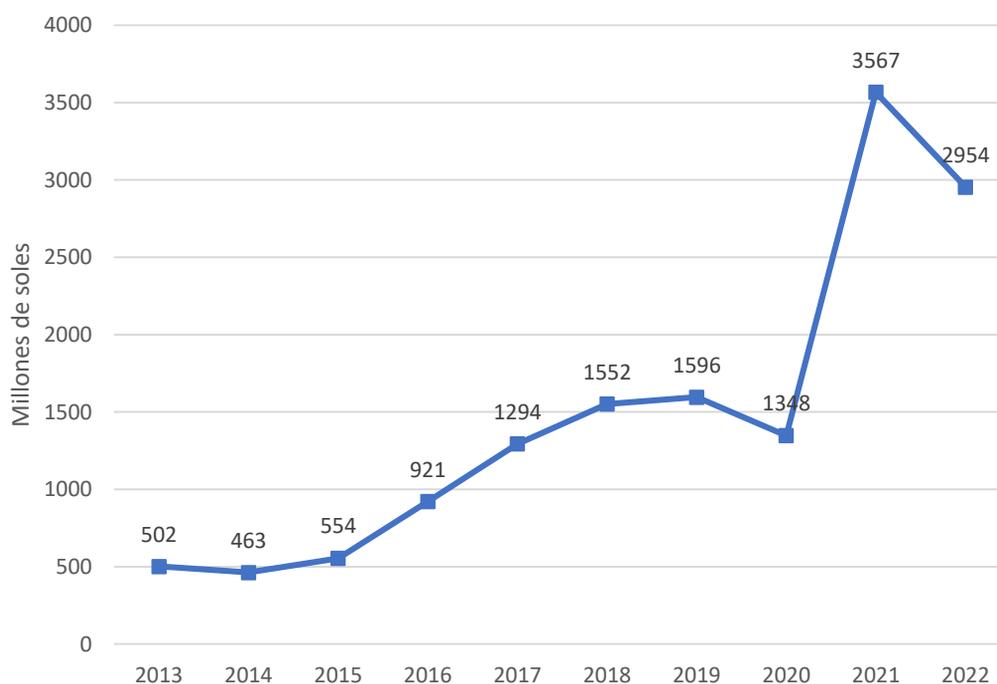


Figura 25. Perú: regalías mineras, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).
Nota. Adaptado de "Anuario Minero 2022", del Minem (2023a).

Adicionalmente, en lo que respecta al derecho de vigilancia y penalidad, que se refiere al pago anual que debe realizar todo titular de una concesión minera al Estado peruano para mantener en vigor su concesión, incluso si no está llevando a cabo ninguna actividad en ese momento, se ha observado una tendencia

creciente a lo largo de los años, como se muestra en la Figura 26. Desde 2013, se ha registrado un notable aumento, pasando de 172 millones de soles a 296 millones de soles en 2022.

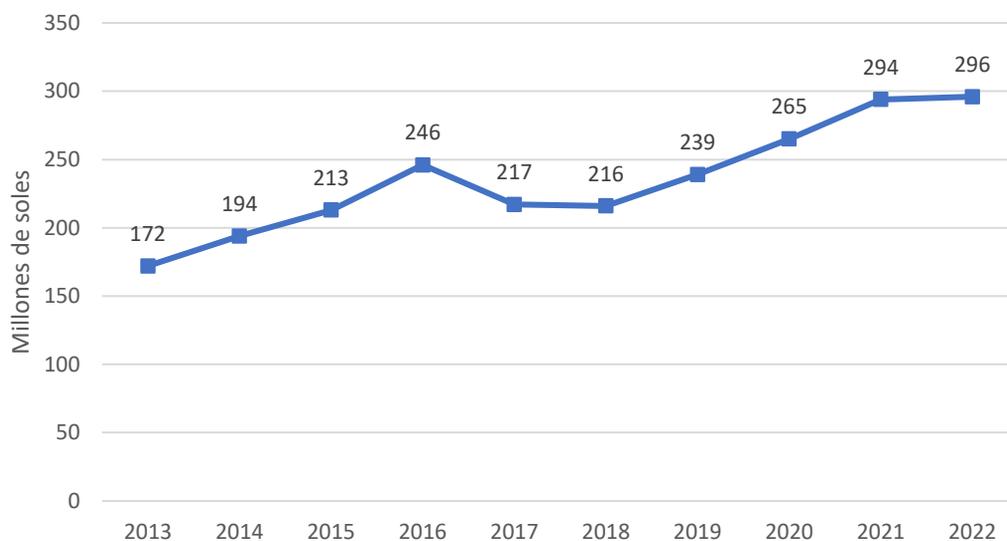


Figura 26. Perú: derecho de vigencia y penalidad, en el periodo 2013-2022 (millones de soles).
Nota. Adaptado de "Anuario Minero 2022", del Minem (2023a).

El Minem resalta que los recursos transferidos impulsan la economía de los departamentos donde se desarrolla la actividad minera, ya que permiten financiar proyectos de infraestructura y servicios esenciales como agua potable, saneamiento, educación y salud, entre otros. Es importante mencionar que este monto se transfiere a los gobiernos locales, regionales y nacionales (universidades públicas), los cuales se benefician significativamente, ya que estos fondos se utilizan para investigaciones científicas y tecnológicas (Minem, 2023b).

De acuerdo a las Proyecciones macroeconómicas del Ministerio de Economía y Finanzas del 2023, se proyecta que el sector minería e hidrocarburos en el Perú crezca en promedio 2,8 % en el periodo 2024-2026 (Ministro de Economía y Finanzas, 2023). Finalmente, los datos y las transferencias mineras refuerzan la idea de que la minería desempeña un papel relevante en la economía peruana, generando ingresos significativos y contribuyendo al desarrollo de proyectos y servicios básicos en las regiones donde se desarrolla la actividad. Asimismo, las proyecciones económicas indican que se espera un crecimiento sostenido en el sector en los próximos años.

Referencias

- Minem. (29 de julio de 2022). MINEM: Canon minero para regiones alcanza récord histórico de más de S/ 7,844 millones en el 2022. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/636157-minem-canon-minero-para-regiones-alcanza-record-historico-de-mas-de-s-7-844-millones-en-el-2022>
- Minem. (19 de junio de 2023a). Anuario Minero 2022. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4326371-anuario-minero-2022>
- Minem. (5 de junio de 2023b). Hasta mayo regiones recibieron más de 3,057 millones de soles por canon y regalías mineras. Obtenido de <https://www.elperuano.pe/noticia/214605-hasta-mayo-regiones-recibieron-mas-de-3057-millones-de-soles-por-canon-y-regalias-mineras>
- Ministro de Economía y Finanzas. (abril de 2023). Informe de actualización de proyecciones macroeconómicas 2023-2026. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2023_2026.pdf

/

7. Incremento de la generación de bioenergía

Hacia el año 2030, se proyecta que la generación de electricidad a partir de bioenergía supere los 1400 TWh, en contraste con los 718 TWh registrados en 2020. En el periodo comprendido entre 2000 y 2021, se ha observado un crecimiento constante en la generación mundial de electricidad a partir de biomasa. En el año 2000, se produjeron aproximadamente 162 TWh de electricidad a partir de biomasa, mientras que, en 2021, esta cifra se elevó a 685 TWh a nivel global

Desde tiempos remotos, los seres humanos han utilizado la energía de biomasa para sus necesidades de cocción y calefacción. Los materiales que componen la biomasa provienen de organismos vivos, como plantas y animales, y se emplean ampliamente en la producción de energía. Mediante la fotosíntesis, la biomasa almacena energía solar, la cual puede ser transformada en diversas formas de energía utilizable. A nivel global, la generación de electricidad a partir de biomasa ha experimentado un crecimiento continuo.

Se estima que se requerirá un mayor esfuerzo y la implementación de políticas para alcanzar los objetivos establecidos y mantener el progreso en la generación de bioenergía.

La energía de la biomasa, derivada de organismos vivos, se ha utilizado desde que los primeros seres humanos empezaron a usar el fuego de leña para cocinar y calentarse. Los materiales de biomasa, como las plantas, la madera y los residuos, se utilizan habitualmente para la producción de energía. La biomasa contiene energía derivada del sol a través de la fotosíntesis; asimismo, puede transformarse en energía utilizable mediante métodos directos, como su combustión o su conversión en electricidad, e indirectos, como su transformación en biocombustible (Turgeon & Morse, 2023).

La bioenergía es importante en la lucha contra el cambio climático y en el acceso universal a energía limpia, así como para mejorar la seguridad alimentaria y preservar la biodiversidad. Es crucial abordar las complejidades de la bioenergía y desarrollarla de manera sostenible.

Al respecto, la bioenergía puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria, pero presenta desafíos para garantizar su desarrollo sostenible. Por lo tanto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que es necesario adoptar un enfoque integral que promueva tanto la alimentación como el uso sostenible del recurso (FAO, 2023).

La generación mundial de electricidad a partir de biomasa ha experimentado un crecimiento constante a lo largo del periodo 2000-2021. En el año 2000, se produjeron aproximadamente 162 TWh (teravatios-hora) de electricidad a partir de biomasa; y en 2021, la producción mundial de electricidad a partir de biomasa alcanzó los 685 TWh, como se aprecia en la Figura 27.

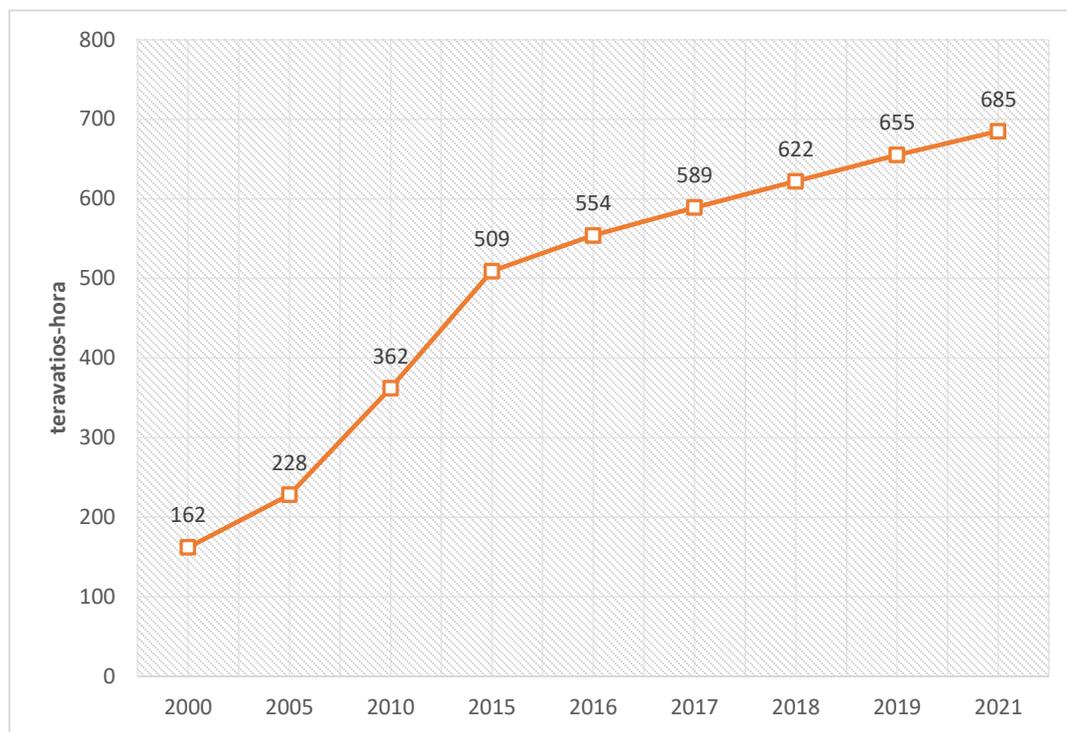


Figura 27. Mundo: generación de electricidad con biomasa, en el periodo 2014-2022 (teravatios-hora).
Nota. Adaptado de "Energy & Environment", de Statista (2022).

Cabe señalar que la mayor parte de la bioenergía, el 69 %, procedió de fuentes de biomasa sólida, mientras que el 17 % se generó a partir de residuos municipales e industriales y, el biogás aportó el 13 % del total de la electricidad generada a partir de biomasa.

Como se aprecia en la Figura 28, existe una tendencia creciente en todas las categorías de energía derivadas de biomasa en el periodo 2000-2020, lo que indica un mayor aprovechamiento de estos recursos en la generación de electricidad. El uso de residuos municipales como fuente de generación

de energía experimentó un aumento constante a lo largo de los años, pasando de 162 GWh en el año 2000 a 685 GWh en 2020. Por otro lado, la utilización de residuos industriales como fuente de energía también mostró un incremento progresivo, alcanzando las 76,7 GWh en 2020. En cuanto a la biomasa sólida, se observa un crecimiento significativo, pasando de 15,3 GWh en 2000 a 36,6 GWh en 2020. El biogás, por su parte, experimentó un aumento constante en su participación, llegando a representar las 471 GWh en 2020. Finalmente, el uso de biocombustibles líquidos mostró un aumento moderado pero constante, alcanzando las 10,4 GWh en 2020.

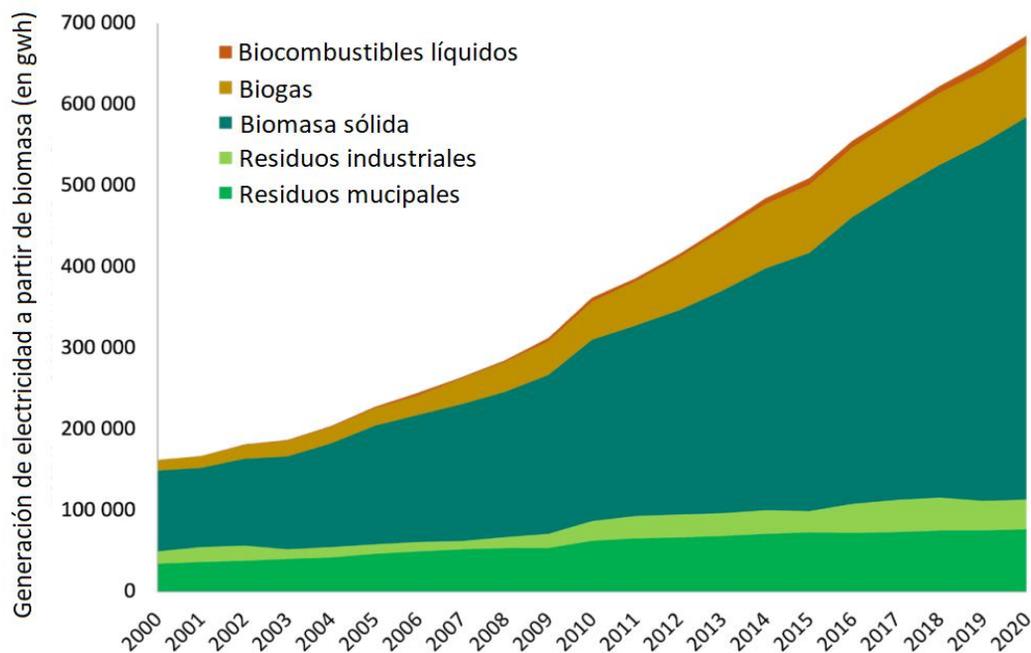


Figura 28. Mundo: generación de bioenergía, en el periodo 2000-2020 (GWh).
Nota. Adaptado de "Global bioenergy statistics 2022", de WBA (2022).

Para alcanzar la meta de aumentar la generación de electricidad a partir de bioenergía de 718 TWh en 2020 a más de 1400 TWh en 2030, será necesario agregar un promedio de 15 GW de nueva capacidad anualmente, lo cual representa un aumento significativo en comparación con los 9 GW instalados en 2020. Las políticas destinadas a respaldar el desarrollo de la bioenergía están mejorando en

todo el mundo, pero se requerirán mayores esfuerzos para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos y mantener el ritmo de crecimiento en la generación. Dado que las ambiciones para la bioenergía en el Escenario de Emisiones Netas Cero para 2050 son más altas que las del Escenario de Desarrollo Sostenible, se reconoce la necesidad de requerir más esfuerzos para lograr dichas metas (IEA, 2021).

Referencias

- FAO. (2023). Que es bioenergía sostenible? Obtenido de <https://www.fao.org/energy/bioenergy/es/#:~:text=La%20bioenerg%C3%ADa%20es%20a%20energ%C3%ADa,geol%C3%B3gicas%20y%20transformado%20en%20f%C3%B3siles.>
- IEA. (2021). Bioenergy Power Generation. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/bioenergy-power-generation>
- Statista. (2022). Energy & Environment. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/481743/biomass-electricity-production-worldwide/>
- Turgeon, A., & Morse, E. (7 de junio de 2023). Biomass Energy. Obtenido de National Geographic: <https://education.nationalgeographic.org/resource/biomass-energy/>
- WBA. (2022). Global bioenergy statistics 2022. Obtenido de <https://www.worldbioenergy.org/uploads/221223%20WBA%20GBS%202022.pdf>

8. Creciente capacidad de almacenamiento de energía

Hacia 2040, se espera que la instalación de baterías de almacenamiento de energía en aplicaciones a nivel de sistema alcance los 430 GW. Además, se espera que a finales de 2030 las instalaciones mundiales de almacenamiento de energía alcancen una capacidad acumulada de 411 GW (1194 GWh). Estas cifras representan un aumento significativo en comparación con los 27 GW (56 GWh) de capacidad de almacenamiento que estuvo en funcionamiento a finales de 2021.

El almacenamiento de energía desempeña un papel fundamental en la transición hacia una economía sostenible sin emisiones de carbono, esto al permitir el uso estratégico y eficiente de la electricidad en momentos y lugares adecuados. Al equilibrar las redes eléctricas y aprovechar el exceso de energía, el almacenamiento de energía mejora la eficiencia energética y facilita la integración efectiva de fuentes renovables en los sistemas eléctricos. Existen diferentes categorías de sistemas de almacenamiento que varían en capacidad, desde soluciones a gran escala hasta opciones para usuarios finales. Se espera un crecimiento considerable en la capacidad global de almacenamiento de energía hacia 2030, impulsado por políticas y regulaciones favorables, y se anticipa que China, Estados Unidos e India liderarán los esfuerzos de implementación a nivel mundial. Aunque existen desafíos en términos de regulación, valoración y reconocimiento de servicios, se proyecta una expansión significativa en el sector de almacenamiento de energía, especialmente en la región de Asia-Pacífico y América. Hacia 2040, se espera que el almacenamiento de energía represente una proporción considerable de la capacidad total instalada, con aplicaciones a nivel de sistema que incluyen la gestión de picos de demanda y fluctuaciones de energía.

El almacenamiento de energía desempeña un papel fundamental en la transición hacia una economía libre de carbono. En otras palabras, permite almacenar electricidad para utilizarla en momentos y lugares donde sea más necesaria. Al equilibrar las redes eléctricas y aprovechar el exceso de energía, el almacenamiento de energía se convierte en una herramienta concreta para mejorar la eficiencia energética e integrar mayor cantidad de fuentes renovables en los sistemas eléctricos (World Energy Trade, 2023).

La electricidad no puede ser almacenada directamente y requiere ser convertida

en otras formas de energía, como energía mecánica o química. Los sistemas de almacenamiento de energía desempeñan un papel valioso en todos los aspectos de la cadena de suministro. Dependiendo de su capacidad, se pueden clasificar en tres categorías: almacenamiento a gran escala, utilizado en lugares con una escala de gigavatios (GW); almacenamiento en redes y activos de generación, utilizado en escalas de megavatios (MW); y almacenamiento a nivel de usuario final, aplicado en ámbitos residenciales con una escala de kilovatios (kW) (Iberdrola, 2023).

Según BloombergNEF, se espera que las instalaciones mundiales de almacenamiento de energía alcancen una capacidad acumulada de 411 gigavatios (GW) o 1194 gigavatios-hora (GWh) a finales de 2030, como se aprecia en la Figura 29. Esto representa un aumento significativo en comparación con los 27 GW o 56 GWh de capacidad de almacenamiento que estaban en línea a finales de 2021, impulsada por la reciente evolución de las políticas, incluida la Ley de Reducción de la Inflación de Estados Unidos y el plan REPowerEU de la Unión Europea.

Se calcula que estas políticas van a lograr contribuir a que se añadan 387 GW

o 1143 GWh de nueva capacidad de almacenamiento de energía en todo el mundo entre 2022 y 2030. Se espera que Estados Unidos y China sigan siendo los mayores mercados, y que Europa experimente un aumento sustancial de su capacidad. Sin embargo, las limitaciones de la cadena de suministro y otros retos pueden afectar a las expectativas de despliegue.

Por lo tanto, pese a que el sector del almacenamiento de energía se enfrenta a algunos problemas de crecimiento, la demanda sigue siendo fuerte y se prevé una importante expansión de la capacidad en todo el mundo, especialmente en Asia-Pacífico y América.

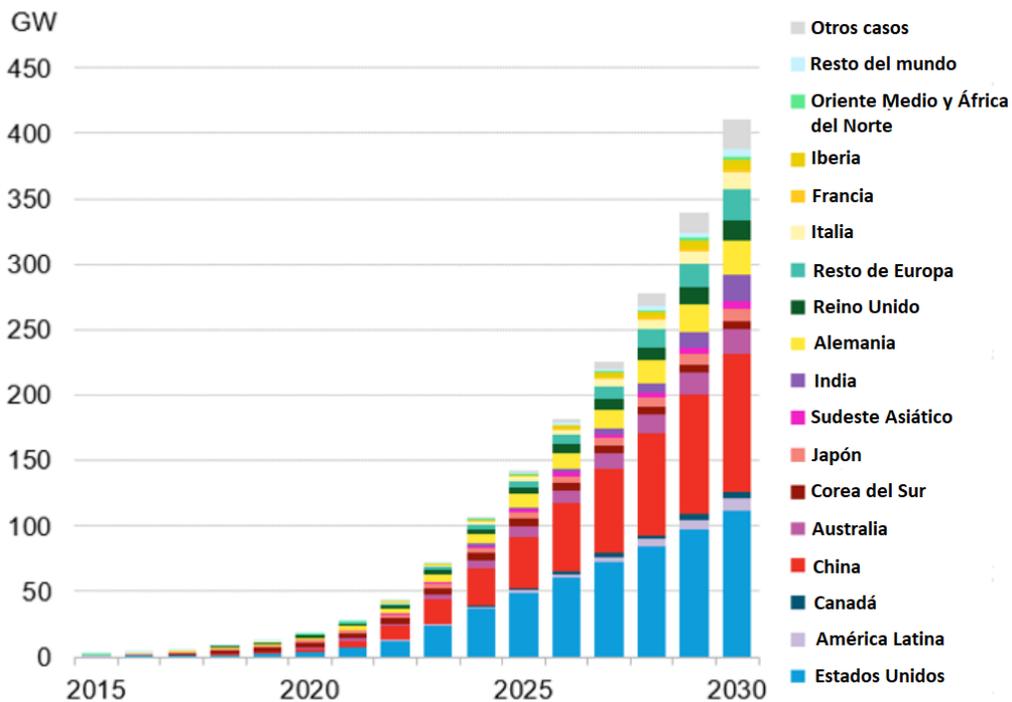


Figura 29. Mundo: instalaciones mundiales acumuladas de almacenamiento de energía, en el periodo 2015-2030 (GW). Nota. Adaptado de "Global Energy Storage Market to Grow 15-Fold by 2030", de BloombergNEF (2022).

Por su parte, hacia 2040 se espera que China y Estados Unidos continúen liderando los esfuerzos mundiales en la implementación de almacenamiento de energía, junto con India, y se estima que el almacenamiento de energía representará aproximadamente el 7 % de

la capacidad total de energía instalada. Es probable que la instalación de baterías de almacenamiento de energía en aplicaciones a nivel de sistema, como picos de demanda y fluctuaciones de energía, alcance los 430 GW en 2040, como se aprecia en la Figura 30.

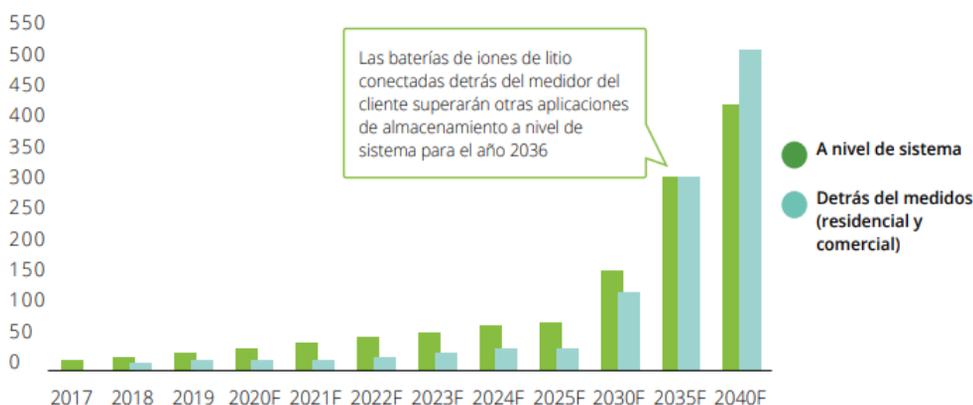
Instalaciones de almacenamiento de energía globales acumulativos por tipo, GW, 2017-40F

Figura 30. Mundo: instalaciones de almacenamiento de energía por tipo, en el periodo 2017-2040 (GW).
Nota. Recuperado de "El Futuro de la Energía", de Deloitte (2022).

Es importante considerar que las tecnologías de almacenamiento de energía, a pesar de su diversidad y escasa familiaridad, enfrentan desafíos en cuanto a su regulación y evaluación de valor. La falta de regulaciones adaptadas impide que los proveedores de almacenamiento de energía aprovechen plenamente los beneficios que ofrecen. Los marcos existentes, diseñados principalmente para la generación de energía, pueden dificultar la implementación del almacenamiento, ya sea a través de penalizaciones por no ofrecer ciertos servicios o al requerir

que los sistemas estén en línea para servicios auxiliares. Las restricciones en el uso del almacenamiento en múltiples flujos de valor, como generación, transmisión y distribución, pueden hacer que los proyectos sean económicamente inviables debido a la preocupación por la doble compensación. Además, el valor y la flexibilidad de los servicios de almacenamiento de energía a menudo son poco conocidos o difíciles de cuantificar, lo que dificulta el desarrollo de un mercado para dichos servicios (Graham, Malagón, Viscidi, & Yépez-García, 2021).

Referencias

- BloombergNEF. (12 de octubre de 2022). Global Energy Storage Market to Grow 15-Fold by 2030. Obtenido de <https://about.bnef.com/blog/global-energy-storage-market-to-grow-15-fold-by-2030/>
- Deloitte. (2022). El Futuro de la Energía. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/energy-resources/cl-Futuro-de-la-Energia.pdf>
- Graham, N., Malagón, E., Viscidi, L., & Yépez-García, A. (mayo de 2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean p.14. Obtenido de BID: <https://publications.iadb.org/en/state-charge-energy-storage-latin-america-and-caribbean>
- Iberdrola. (2023). Almacenamiento de energía: la clave de un futuro descarbonizado. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/almacenamiento-de-energia-eficiente>
- World Energy Trade. (22 de enero de 2023). Las 10 principales tendencias en almacenamiento de energía en 2023. Obtenido de <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/electricidad/las-10-principales-tendencias-en-almacenamiento-de-energia-en-2023>

9. Mayor preocupación por la descarbonización de la industria siderúrgica

Hacia 2050, se prevé un incremento significativo en la demanda global de acero bruto superando los 2600 millones de toneladas en comparación con los 1900 millones de toneladas registrados en 2021. Un aspecto fundamental para hacer frente al desafío de descarbonizar radica en que dentro de la industria del acero aumente el uso de chatarra o acero reciclado. En el año 2020, aproximadamente el 20 % del acero se produjo a partir del reciclaje de chatarra, y se espera que esta proporción aumente al 44 % para 2050. En el caso específico de Perú, a partir del año 2010, la producción de hierro mostró una tendencia al alza, comenzando con 6 millones de toneladas e incrementándose a 12,1 millones de toneladas en 2021. .

El acero, un material de gran versatilidad e importancia se encuentra ante el desafío de reducir su impacto en las emisiones de CO₂, conocido como descarbonización. La producción de acero se realiza mediante dos métodos principales: fuentes primarias, que implican la extracción de mineral de hierro, y fuentes secundarias, que consisten en reciclar chatarra de acero. A pesar de los esfuerzos por promover el uso de chatarra, la demanda de acero supera la cantidad disponible. Se espera que la demanda de acero de baja emisión de CO₂ aumente significativamente en la próxima década. Sin embargo, la producción de acero a partir de chatarra no será suficiente para lograr una transición completa hasta finales de este siglo. La industria siderúrgica se enfrenta al desafío de buscar nuevas formas de producir acero primario y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. En el caso del Perú, la producción de hierro primario ha experimentado un crecimiento constante desde 2010 hasta 2021.

El acero, un material de gran importancia, su versatilidad ha sido clave para lograr avances significativos y mejorar el nivel de vida de la humanidad. Sin embargo, al igual que otros sectores que emiten gases de efecto invernadero, la industria del acero se enfrenta al desafío de la descarbonización en respuesta a la crisis climática. Aunque el acero emite menos carbono en comparación con otras alternativas, la producción global de acero bruto, que supera las 1,9 gigatoneladas, contribuye a aproximadamente 3 gigatoneladas de emisiones de CO₂ anuales (World Economic Forum, 2023).

Existen dos métodos principales para producir acero: fuentes primarias y fuentes secundarias. La producción primaria de acero implica la extracción de mineral de hierro de la naturaleza y su posterior refinamiento para obtener hierro puro. Por su parte, la producción secundaria implica el reciclaje de chatarra de acero y su transformación en acero nuevo. En muchos casos, se utiliza una combinación de ambos métodos.

La chatarra de acero proviene del acero descartado, que se genera como residuo en procesos de fabricación o se recupera de edificios, infraestructuras, equipos, vehículos y productos al final de su vida útil. La disponibilidad de chatarra de acero es limitada y está determinada por la tasa de desecho en la sociedad. Por otro lado, la producción de acero a partir de mineral de hierro puede expandirse mediante un aumento de las actividades mineras para satisfacer la creciente demanda de acero (World Economic Forum, 2023).

Tras los efectos de la pandemia de COVID-19, la industria siderúrgica experimentó una fuerte recuperación impulsada por los programas de estímulo y la inversión en infraestructuras. Sin embargo, surgieron señales de desaceleración en el mercado, lo que llevó a una revisión a la baja de las perspectivas de demanda de acero (McKinsey, 2023).

Se espera que la demanda mundial de acero con baja emisión de CO₂

experimente un aumento significativo en la próxima década, multiplicándose por diez. Se estima que pasará de alrededor de 15 millones de toneladas métricas en 2021 a más de 200 millones de toneladas métricas en 2030. Esto representa más del 10 % de la demanda total de acero en 2030 y se espera que siga creciendo hasta alcanzar aproximadamente el 25 % de la demanda total en 2040. Como resultado, se estima que los precios adicionales para el acero con baja emisión de CO₂ podrían situarse entre los 200 y 350 dólares por tonelada métrica en 2025, y entre los 300 y 500 dólares por tonelada métrica desde 2025 hasta 2030. Al mismo tiempo, se observa una creciente escasez de metales de alta calidad. Es probable que el proceso de descarbonización tenga un impacto en la composición de los metales de hierro (Mckinsey, 2023).

La realidad es que actualmente se recupera una cantidad considerable de chatarra de acero valorizable. La chatarra de acero tiene un valor significativo como sustituto del costoso.

y contaminante proceso de extracción de mineral de hierro y fabricación de acero. Dado su valor y facilidad de separación, se estima que aproximadamente el 85-90 % del acero generado a partir de residuos de fabricación y estructuras, equipos, vehículos y productos al final de su vida útil se recicla actualmente como chatarra de acero para producir acero nuevo. Sin embargo, la sociedad se enfrenta al reto de que la demanda de acero supera con creces la disponibilidad de chatarra de acero para satisfacerla. En la actualidad, sólo una cuarta parte de la demanda de acero se satisface con chatarra (World Economic Forum, 2023).

Basándose en los patrones de consumo actuales y teniendo en cuenta los avances significativos en la eficiencia de los materiales, se proyecta un aumento en la demanda global de acero bruto de 1900 millones de toneladas en 2021 a más de 2600 millones de toneladas anuales en 2050, como se ilustra en la Figura 31.

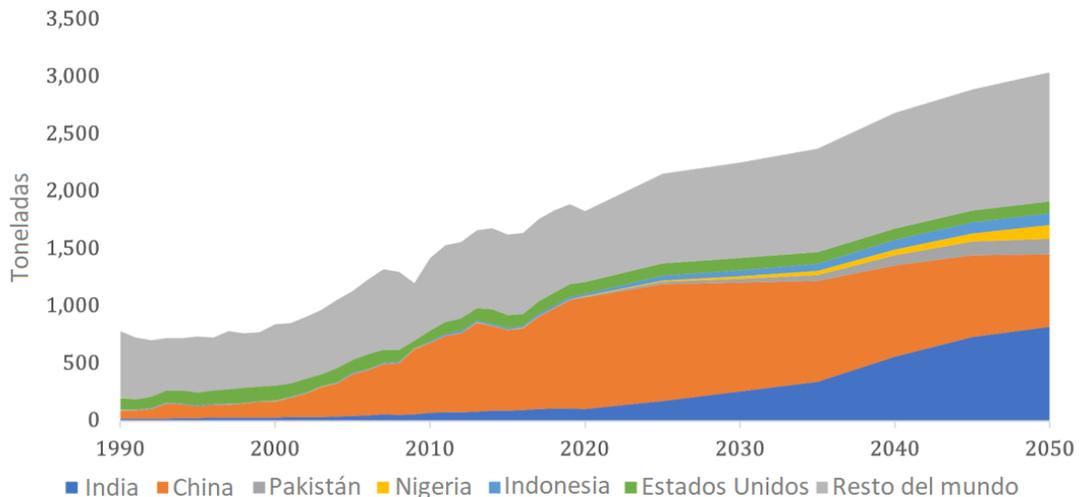


Figura 31. Mundo: demanda mundial de acero, en el periodo 1990-2050 (toneladas).

Nota. Recuperado de "Global steel demand to grow 60% through 2050", del Rethink (2021).

La industria siderúrgica desempeña un papel crucial si se pretende cumplir con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París y limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales. Una parte fundamental de la respuesta al desafío de descarbonizar el acero radica en un mayor uso de la chatarra o acero reciclado. En 2020, aproximadamente el 20 % del acero se produjo mediante el reciclaje de chatarra, como se aprecia en la Figura 32. Aunque se espera que este

porcentaje aumente a 44 % para 2050, la cantidad de chatarra necesaria para una transición completa de la industria siderúrgica hacia la producción de acero secundario a partir de chatarra no estará disponible hasta finales de este siglo. Por lo tanto, el desafío de descarbonizar la industria del acero implica encontrar nuevas formas fundamentales de producir acero primario y reducir la dependencia de los combustibles fósiles mediante el uso de reductores alternativos al mineral de hierro.

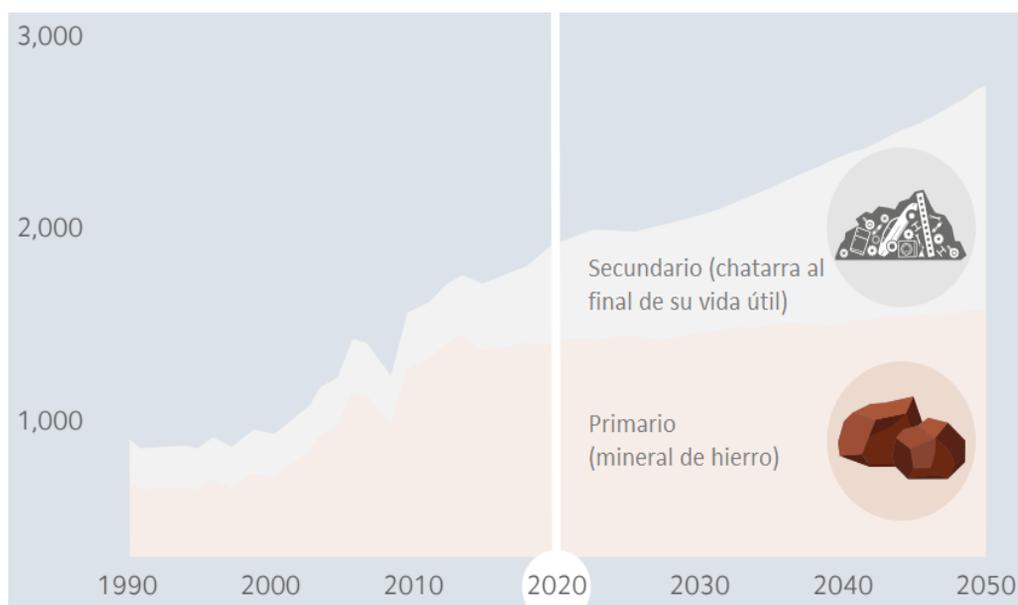


Figura 32. Mundo: demanda mundial de acero primario y secundario, en el periodo 1990-2050 (toneladas).
Nota. Recuperado de "Climate Action Report 2", del AcelorMittal (2021).

En el Perú, la producción de hierro primario ha experimentado una tendencia al alza desde el año 2010 hasta el año 2021, como se aprecia en la Figura 33. A partir de 2010, la producción fue de 6 millones de toneladas, y se observó un aumento constante durante los años siguientes.

En 2021, se registró la producción más alta de hierro, con 12,1 millones de toneladas. Este aumento significativo en la producción indica una tendencia ascendente en la demanda y la extracción de mineral de hierro durante ese periodo y se espera que continúe en el futuro.

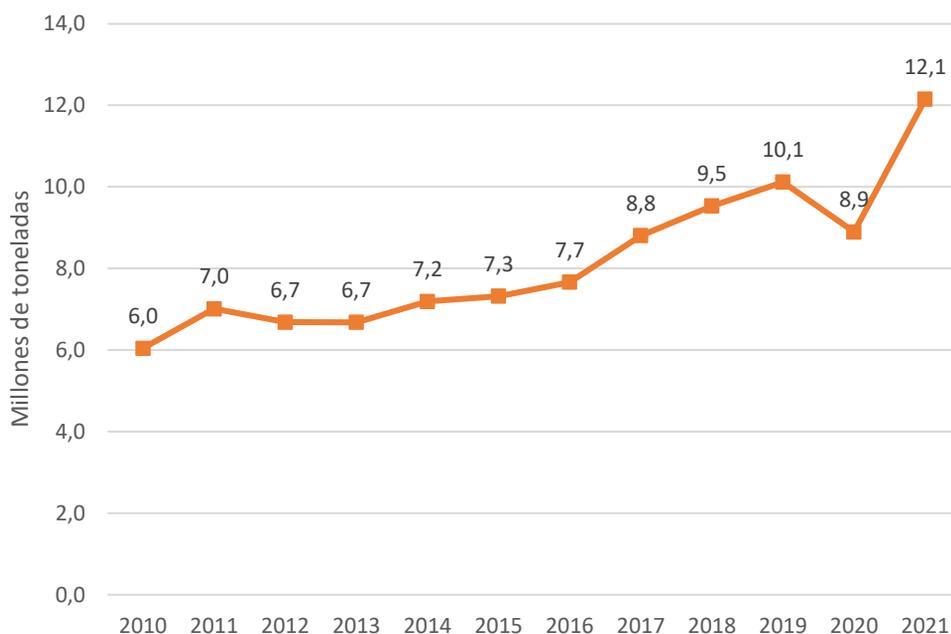


Figura 33. Perú: producción de hierro, en el periodo 2010-2021 (millones de toneladas).
Nota. Elaboración Ceplan a partir de la base de datos del INEI (2022).

Referencias

- AcelorMittal. (julio de 2021). Climate Action Report 2. Obtenido de https://corporate-media.arcelormittal.com/media/ob3lpdom/car_2.pdf
- INEI. (2022). Compendio estadístico Perú, 2022. Obtenido de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1872/COMPENDIO2022.html
- Mckinsey. (2023). The resilience of steel: Navigating the crossroads. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-resilience-of-steel-navigating-the-crossroads>
- Rethink. (22 de abril de 2021). Global steel demand to grow 60% through 2050. Obtenido de <https://rethinkresearch.biz/articles/global-steel-demand-to-grow-60-through-2050/>
- World Economic Forum. (17 de enero de 2023). What is steel scrap and how can it help us reach net zero? Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/davos23-steel-scrap-decarbonization/>

10. Aumento de la energía eólica y solar como fuentes libres de carbono

Hacia el año 2026, se proyecta un continuo incremento en la capacidad de generación de energía eólica y solar. En 2022, el crecimiento en la generación de energía eólica y solar (+557 TWh) cubrió aproximadamente el 80 % del aumento en la demanda mundial de electricidad (+694 TWh). En Oceanía, más del 20 % de la electricidad fue generada a partir de fuentes eólicas y solares, destacándose como líder regional. En América Latina, la energía eólica y solar experimentaron un periodo de rápido crecimiento entre 2014 y 2021, pero experimentaron una desaceleración en 2022, alcanzando también más del 10 % de la generación eléctrica en la región. En Perú, la capacidad de generación de energía solar se mantuvo constante en 80 Megavatios durante los años 2012 y 2013, pero experimentó un aumento significativo en 2021, alcanzando los 286,2 Megavatios; por otro lado, la capacidad de generación de energía eólica también se mantuvo estable en 0,7 Megavatios en los primeros años, pero experimentó un crecimiento notable hasta llegar a los 409 Megavatios en 2021..

La energía solar y eólica son fundamentales en la lucha contra la crisis climática y la transición hacia una matriz energética más limpia. La inversión en energía solar es efectiva para mitigar el calentamiento global y diversificar la matriz energética; además, la energía solar es económica y presenta un alto potencial de crecimiento. Por su parte, la energía eólica aprovecha la energía cinética del viento para generar electricidad. La combinación estratégica de ambas energías es clave en la transformación hacia un futuro más sostenible. A nivel global, se observa un crecimiento significativo en la generación de energía eólica y solar, especialmente en Oceanía, Europa y América del Norte. Estas energías también están frenando el aumento de las emisiones en el sector eléctrico. Se espera que la generación de energía limpia supere la demanda de electricidad en el futuro, marcando una disminución en las emisiones. En el caso del Perú, se ha registrado un crecimiento notable en la capacidad de generación de energía solar y eólica en los últimos años. La energía solar es una opción práctica para los propietarios de viviendas, mientras que la energía eólica desempeña un papel importante en la colaboración de fuentes renovables.

En vista de la creciente crisis climática, se destaca la importancia aún mayor del sol como fuente energética. La inversión en energía solar se presenta como una estrategia altamente efectiva para mitigar el calentamiento global originado por las emisiones de combustibles fósiles. Además de la crisis climática, la actual crisis energética y la necesidad de “descontaminar” la matriz energética mundial respalda igualmente la inversión en energía solar. La energía solar no solo es una opción amigable con el medio ambiente, sino que también se destaca por ser una de las fuentes de energía más económica, tanto en términos de producción como de instalación. Estos factores contribuyen al potencial de crecimiento significativo de la energía solar en los próximos años (National Geographic, 2022).

Por otro lado, la energía eólica ofrece una alternativa valiosa en la búsqueda de soluciones sostenibles. Cada objeto en movimiento alberga energía cinética, y los científicos e ingenieros están aprovechando dicha energía cinética del viento para generar electricidad. La energía eólica, también conocida como energía del viento, se obtiene mediante el uso de una turbina eólica, un dispositivo que canaliza la fuerza del viento para crear electricidad (National Geographic Society, 2022).

La combinación estratégica de la energía solar y eólica representa una poderosa sinergia en la transformación del sistema energético. Al aprovechar estas fuentes renovables, no solo se contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también diversifica la matriz energética y fomenta la resiliencia frente a la crisis climática y energética.

Con un enfoque sostenible y una continua innovación en tecnologías de almacenamiento y gestión de energía, se encamina hacia un futuro más limpio y sostenible para las generaciones venideras (National Geographic, 2022; National Geographic Society, 2022).

El año 2022 fue crucial en la transición global hacia la electricidad limpia. La invasión de Rusia a Ucrania generó una reconsideración de los planes gubernamentales debido al aumento de los precios de los combustibles fósiles y la dependencia de importaciones. Además, la electrificación se aceleró en diversos ámbitos, como bombas de calor, vehículos eléctricos y electrolizadores, lo que contribuirá a reducir las emisiones en otros sectores y a aumentar la producción de electricidad limpia. Las energías eólica y solar desempeñarán un papel fundamental en la reducción de las emisiones del sector eléctrico, y se espera un alto crecimiento en esta década (Ember, 2023).

Se deben realizar esfuerzos para garantizar la integración exitosa de la energía eólica y solar en la red eléctrica, incluyendo la planificación de permisos, conexiones de red, flexibilidad de infraestructura y diseño de mercado adecuado. La generación de energía a partir de combustibles fósiles está disminuyendo, lo que indica un cambio histórico, incluyendo una posible disminución

en la generación de electricidad a partir del gas. Sin embargo, la velocidad de reducción de las emisiones del sector eléctrico aún no se ha establecido (Ember, 2023).

En la Figura 34 se puede observar cómo Europa fue pionera en esta transición y se ha posicionado como líder durante este siglo. Sin embargo, en 2022, Oceanía superó a Europa en este aspecto, con más del 20 % de su electricidad generada a partir de fuentes eólicas y solares, gracias al rápido crecimiento experimentado en Australia. América del Norte también adoptó tempranamente el uso de energía eólica y solar y se sitúa por encima del promedio mundial, representando menos del 15 % de su generación eléctrica. Asia, a pesar de comenzar más tarde, está avanzando rápidamente hacia el promedio global, con más del 10 % de su electricidad proveniente de fuentes eólicas y solares. En América Latina, las energías eólica y solar experimentaron un auge entre 2014 y 2021, pero experimentaron una desaceleración en 2022, representando más del 10 % de la generación eléctrica en la región. Por otro lado, África ha disminuido su ritmo en los últimos años, con menos del 5 % de su electricidad generada a partir de estas fuentes. Finalmente, Oriente Medio se destaca como la única región que aún se encuentra en las etapas iniciales de este camino, con aproximadamente el 2 % de su generación eléctrica proveniente de energía eólica y solar (Ember, 2023).

Porcentaje de la generación de electricidad a partir de las energías eólica y solar (%)

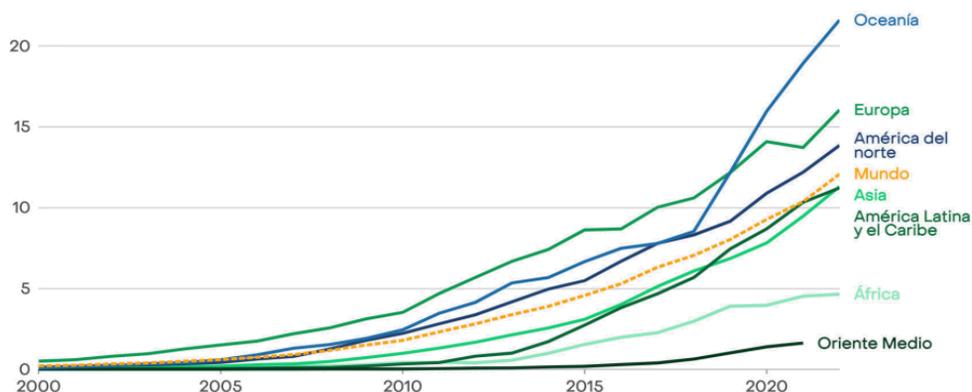


Figura 34. Mundo: generación de electricidad de energías eólica y solar, en el periodo 2000-2022 (porcentaje).
Nota. Recuperado de "Global Electricity Review 2023", del Ember (2023).

La energía eólica y solar están desempeñando un papel crucial al frenar el aumento de las emisiones de GEI en el sector eléctrico. Si toda la electricidad se generara a partir de combustibles fósiles en lugar de estas fuentes renovables, las emisiones en el sector eléctrico habrían sido un 20 % más altas en 2022. El crecimiento en la generación de energía eólica y solar (+557 TWh) cubrió el 80 % del aumento en la demanda mundial de electricidad en 2022 (+694 TWh), y se espera que esta tendencia continúe hacia 2026, como se muestra en la Figura 35.

Es probable que el crecimiento de la energía limpia supere el crecimiento en la demanda de electricidad en 2023, marcando el primer año en que esto sucede fuera de una recesión. Con un crecimiento promedio en la demanda de electricidad y energía limpia, se espera una ligera disminución en la generación de combustibles fósiles en 2023 (-47 TWh, -0,3 %) y mayores reducciones en los años siguientes a medida que la energía eólica y solar sigan creciendo. Esto indica que en 2022 se alcanzó el punto máximo de emisiones y se vislumbra una nueva era de disminución en las emisiones del sector eléctrico.

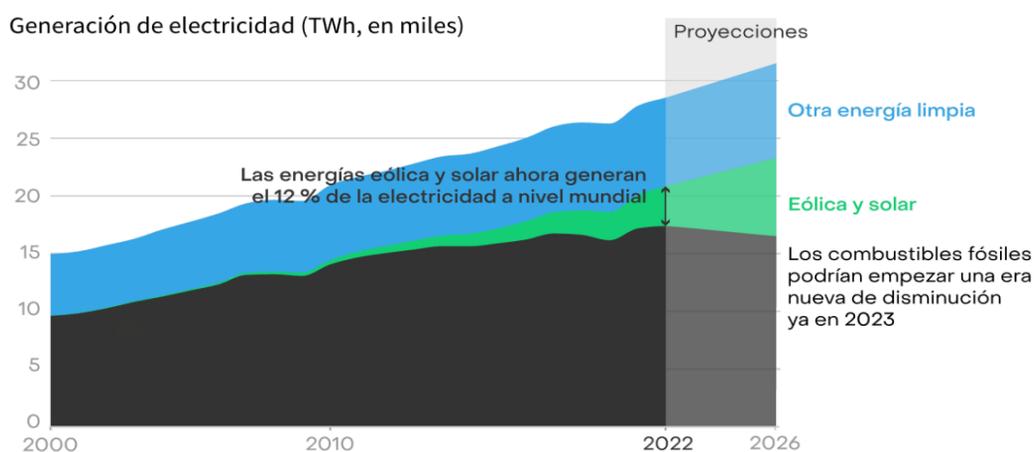


Figura 35. Mundo: generación de electricidad, en el periodo 2000-2026 (TWh, en miles).
Nota. Recuperado de "Global Electricity Review 2023", del Ember (2023).

Durante el periodo 2012-2021, se observa en la Figura 36 una tendencia creciente en la capacidad de generación de energía solar y eólica en el Perú. La capacidad solar se mantuvo constante en 80 Megawatts durante los dos primeros años, pero experimentó un aumento significativo a partir de 2014, alcanzando los 286,2 Megawatts en 2021.

Por otro lado, la capacidad eólica también se mantuvo estable en 0,7 Megawatts en los primeros años, pero experimentó un crecimiento notorio hasta alcanzar los 409 Megawatts en 2021. Estos datos reflejan el creciente interés y adopción de energías renovables, especialmente en el campo de la energía solar y eólica, como fuentes de energía sostenible y limpia.

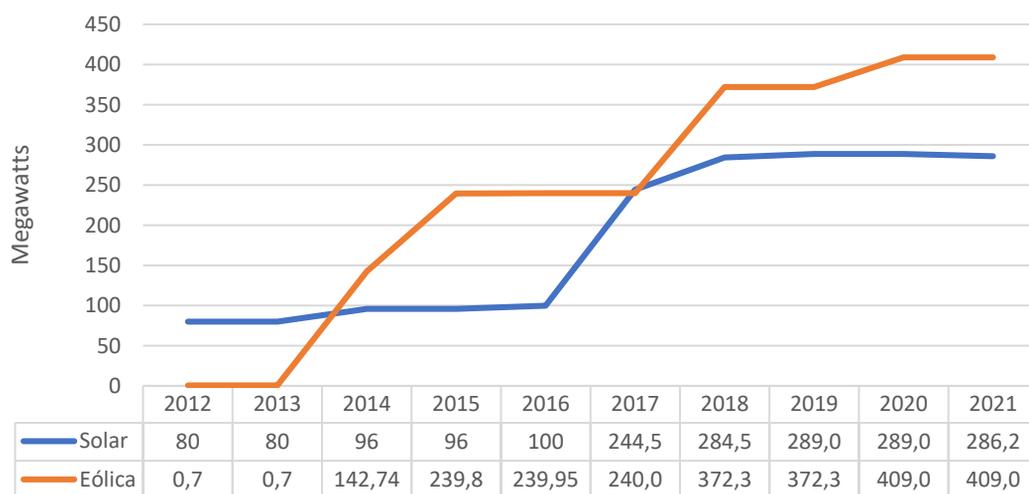


Figura 36. Perú: potencia instalada energía limpia, en el periodo 2012-2021 (Megawatts).
Nota. Datos del Minem. Elaboración Ceplan a partir de la base de datos del INEI (2022).

La generación de electricidad a partir de energía eólica supera a la solar en términos de proporción total. Sin embargo, cuando se trata de propietarios de viviendas, la energía solar se presenta como una opción mucho más práctica (World Economic Forum, 2022)..

Por lo tanto, se destaca que no existe una solución universal en el campo de la energía y que cada región debe aprovechar las fuentes de energía más lógicas y acordes a su entorno. Para los propietarios de viviendas que desean contribuir activamente a un futuro más sostenible, la energía

solar representa una oportunidad extraordinaria para marcar la diferencia. Si bien la energía eólica puede tener un enfoque más limitado a nivel residencial, dado su mayor requerimiento de espacio y su uso predominante a escala comercial o industrial, las turbinas eólicas tienen la ventaja de generar energía en cualquier momento del día. Se espera que la energía eólica desempeñe un papel relevante en la combinación de fuentes de energía renovable en los esfuerzos por alcanzar un futuro con emisiones netas de carbono cercanas a cero (World Economic Forum, 2022).

Referencias

- Ember. (abril de 2023). Global Electricity Review 2023. Obtenido de https://ember-climate.org/app/uploads/2023/04/Global-Electricity-Review-2023_ES.pdf
- INEI. (2022). Perú compendio estadístico 2022. Obtenido de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1872/COMPENDIO2022.html
- National Geographic. (20 de abril de 2022). La energía solar y su potencial para ayudar a reducir el calentamiento global. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2022/04/la-energia-solar-y-su-potencial-para-ayudar-a-reducir-el-calentamiento-global>
- National Geographic Society. (20 de mayo de 2022). Wind Energy. Obtenido de <https://education.nationalgeographic.org/resource/wind-energy/>
- World Economic Forum. (21 de marzo de 2022). Solar vs wind power: The ultimate showdown. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/solar-wind-power-renewable-energy-climate-change/>

CONSIDERACIONES FINALES

Las tendencias analizadas en este reporte sirven como insumo para el análisis de tendencias y para la construcción de acciones estratégicas sectoriales en el marco de la construcción del futuro deseado en elaboración del Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) del sector energía y minas. Asimismo, tienen como finalidad disminuir la incertidumbre de posibles impactos futuros, y plantear medidas que permitan alejarnos de un futuro no deseado.

El reporte contiene el desarrollo de **10** tendencias priorizadas para el **sector energía y minas**. Se espera, como siguiente paso, que los planificadores puedan utilizar esta información y actualizar, según sea el caso, el contenido de las tendencias que inciden en el desarrollo del sector, o puedan elaborar y agregar tendencias nuevas de acuerdo a la información disponible que resulte relevante para su planeamiento estratégico.

Cabe precisar que, el análisis de las diez tendencias del **sector energía y minas** presentado en este reporte ha sido publicado de manera desagregada y como fichas individuales en el Observatorio Nacional de Prospectiva, para ser utilizado como referencia por los tomadores de decisión según interés, junto a la información de megatendencias, tendencias globales y regionales, nacionales y territoriales.

El Observatorio Nacional de Prospectiva esta disponible en:

<https://observatorio.ceplan.gob.pe/inicio>



Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

Av. Canaval y Moreyra 480 - Piso 21

San Isidro. Lima - Perú.

(511) 211 7800

webmaster@ceplan.gob.pe

www.ceplan.gob.pe

