

Baterías eléctricas: producción, desarrollo e investigación, claves para la soberanía energética de Venezuela

Electric batteries: production, development, and research, keys to Venezuela's energy sovereignty

Ricardo Hernández

Universidad de Los Andes¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3295-914X>

rmhr@ula.ve

Mérida-Venezuela

Fecha de recepción: 15/08/2024

Fecha de aprobación: 29/08/2024

Resumen

El objetivo del presente trabajo es presentar argumentos, basados en evidencias reales de impacto socioeconómico y proyecciones del mercado global de las baterías, para sustentar la importancia de estimular la producción, desarrollo e investigación en baterías eléctricas en Venezuela, como una estrategia fundamental para diversificar la matriz energética, la economía y reducir la dependencia del petróleo, en el escenario actual de sanciones coercitivas impuestas al país. El enfoque metodológico es mixto (cuantitativo+analítico) respaldado por el impacto cualitativo de la invención en la sociedad y las prospectivas del mercado, que vinculan la importancia técnica con datos actuales y tendencias del mercado. Se sostiene, en base a la evolución de la industria de baterías e industrias conexas, en Estados Unidos, China y otros países, que la misma facilitaría la diversificación y el acceso a la matriz energética mediante la incorporación de las energías renovables, fomentaría el crecimiento del mercado nacional y además la innovación tecnológica. Se resalta el potencial de Venezuela, dado su vasto patrimonio en recursos naturales y energías renovables para desarrollar un aparato tecnológico soberano y modernizar su matriz energética. Este enfoque no solo tiene el objetivo de enfrentar la situación actual, sino de posicionar al país dentro de un modelo económico sostenible en un futuro global cada vez más comprometido con el medio ambiente.

Abstract

The objective of this paper is to present arguments based on real evidence of socioeconomic impact and projections of the global battery market to support the importance of stimulating the production, development, and research of electric batteries in Venezuela as a fundamental strategy to diversify the energy mix and the economy, and reduce dependence on oil, in the current context of coercive sanctions imposed on the country. The methodological approach is mixed (qualitative + analytical), supported by the qualitative impact of the invention on society and market prospects, which link technical importance with current data and market trends. Based on the evolution of the battery industry and related industries in the United States, China, and other countries, it is argued that this would facilitate diversification and access to the energy mix through the incorporation of renewable energies, foster domestic market growth, and technological innovation. Venezuela's potential, given its vast wealth of natural resources and renewable energies, to develop an independent technological framework and modernize its energy mix is highlighted. This approach aims not only to address the current situation, but also to position the country within a sustainable economic model in a global future that is increasingly committed to the environment.

Palabras clave:

Baterías; energías; renovables; desarrollo

Keywords:

Batteries; energies; renewable, development

¹Grupo de Electroquímica, Departamento de Química, Facultad de Ciencias



Introducción

La energía eléctrica es fundamental para el desarrollo y el bienestar humano. Ella permite aumentar la productividad en diferentes sectores, incluyendo la industria, la agricultura y los servicios, lo que mejora la calidad de vida. La electricidad no solo alimenta maquinaria, sino que es clave para la innovación y el avance tecnológico, habiendo sido la base del desarrollo desde la segunda revolución industrial. Aunque el Índice de Desarrollo Humano no considera directamente la electricidad como un indicador, su disponibilidad y acceso son fundamentales para el progreso social y económico (Smil, 2017). Un indicativo revelador es que, en los países industrializados, el sector energético ha crecido a un ritmo superior al de otras industrias (*United Nations Industrial Development Organization*, 2019). Por su parte las baterías eléctricas o acumuladores de energía desempeñan un papel crucial al permitir el almacenamiento y la gestión eficiente de la energía eléctrica.

El objetivo de este trabajo es presentar argumentos basados en evidencias reales de impacto socioeconómico y proyecciones del mercado global de baterías, que sustenten la importancia de estimular la producción, desarrollo e investigación en baterías eléctricas en Venezuela. Esta estrategia es fundamental para diversificar la matriz energética, la economía, y reducir la dependencia del petróleo en el escenario actual de sanciones coercitivas impuestas al país.

A continuación, se presentan las argumentaciones: en primer lugar, se discute en el contexto actual, la importancia de las baterías, las proyecciones del mercado de baterías y el desarrollo de la economía y producción de energía en Venezuela; seguidamente se enfocan las capacidades del país, los posibles beneficios de la producción, desarrollo e investigación en baterías eléctricas para Venezuela y su impacto potencial en la economía nacional; y finalmente, se presentan las conclusiones y perspectivas futuras.

Contexto actual

Importancia de las baterías y proyecciones del mercado

Las baterías eléctricas o acumuladores de energía, desempeñan un papel crucial al permitir el almacenamiento y la gestión eficiente de la energía eléctrica. Su capacidad para almacenar y liberar energía las convierte en componentes esenciales en diversas aplicaciones, desde dispositivos portátiles hasta sistemas de energía renovable. Su capacidad para almacenar energía de fuentes renovables, como la solar y la eólica, a su vez, reaccionar rápidamente a las fluctuaciones de oferta y demanda de electricidad, permite una integración más efectiva de estas tecnologías en las redes eléctricas, garantizando un suministro adecuado durante los picos de consumo y evitando caídas de voltaje o apagones. Esto ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles y a mitigar el impacto ambiental de la generación de electricidad. Por otro lado, en el contexto de la movilidad, las baterías son esenciales para el funcionamiento de vehículos de combustión interna o eléctricos. A medida que la demanda de transporte sostenible aumenta, la trascendencia de las baterías en este sector se hace aún más relevante.

El reconocimiento de la importancia de las baterías se ha evidenciado con el otorgamiento del Premio Nobel de Química 2019 conjuntamente a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham y Akira Yoshino, por el desarrollo de las baterías de iones de litio, que “sentaron las bases de una sociedad inalámbrica y libre de combustibles fósiles” (*Nobel Committee for Chemistry*, 2019). Así, las baterías se han convertido en un objetivo internacional en el que muchos países han direccionado el empeño en impulsar la investigación, innovación y desarrollo de esta tecnología. Ejemplos evidentes se tienen en las iniciativas *Energy Storage Grand Challenge* del Departamento de Energía de los EE. UU., (*Department of Energy*, 2020), *Battery 2030+* de la Unión Europea (*Battery 2030+*, 2024) y la *Faraday Battery Challenge* del Reino Unido (*The Faraday Institution*, 2018).

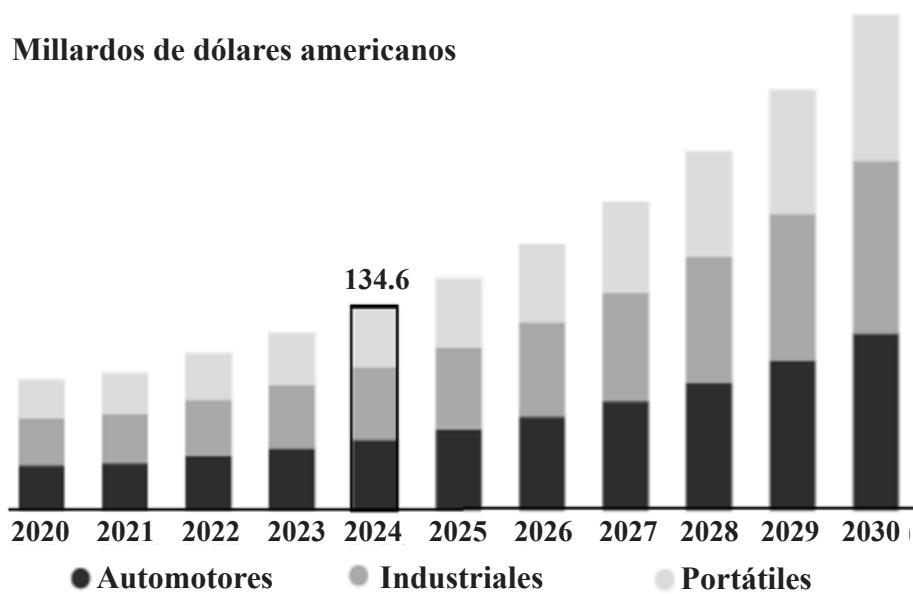
Se ha estimado que el mercado mundial de baterías alcanzaría aproximadamente 134,6 millardos de dólares en

2024, con una proyección de crecimiento a una tasa anual compuesta del 15,4 % al 16,4 % entre 2024 y 2032 (*Grand View Research*, 2024; *Polaris Market Research*, 2024; *Shreyas*, 2024); siendo la adopción de los “vehículos eléctricos”, la integración de fuentes de energía renovable en redes eléctricas y la industria de la electrónica de consumo en equipos portátiles, los factores clave que han estimulado este crecimiento.

El Gráfico N° 1 muestra la proyección de crecimiento del mercado de las baterías eléctricas en función de su aplicación, según *Grand View Research*; empresa de consultoría e investigación de mercados con sede en EE. UU.,

y la India. El segmento de las baterías industriales fue el mayor a nivel mundial, con más del 35,0 % de la cuota de mercado en 2024. En función del uso final, el mercado se segmenta aún más: en automóviles, electrónica de consumo, almacenamiento de energía a escala de red, telecomunicaciones, herramientas eléctricas, militar y defensa, aeroespacial y otros. Entre estos, el segmento del automóvil (eléctrico, híbrido y de combustión interna) se ha erigido como el de mayor uso final en la industria mundial de baterías, con más del 31,0 % de la cuota de mercado para el 2024 (*Grand View Research*, 2024).

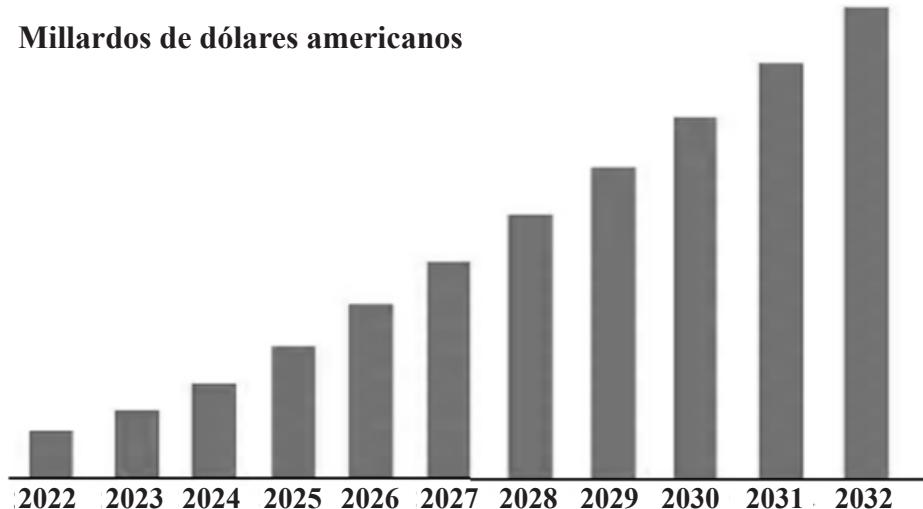
Gráfico N° 1. Proyección del crecimiento del mercado global de baterías hasta el 2030



Fuente: *Grand View Research*, (2024).

Por otro lado, se estima que los sistemas de almacenamiento de energía para redes eléctricas (*Battery Energy Storage Systems, BESS*) experimentarán un crecimiento anual del 26,4 % al 27 % (*BloombergNEF*, 2023; *Shukla y Gupta*, 2024a; *Fleischmann et al.*, 2023; *Shreyas*, 2024). El Gráfico N° 2 muestra la predicción para el mercado de las baterías estacionarias en EE. UU.; desde 12,7 millardos en el 2022 hasta 124,7 millardos para el 2032 (*Mahajan y Gupta*, 2024).

Gráfico N° 2. Proyección del crecimiento del mercado de baterías estacionarias para redes hasta el 2032



Fuente: Mahajan y Gupta, (2024).

Por su parte, en China el desarrollo y la producción de baterías para almacenamiento de energía a escala de red ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, impulsados por la transición energética del país hacia fuentes renovables y la necesidad de estabilizar la red eléctrica. En 2021, la capacidad de almacenamiento de energía en China fue de 46,1 GW, de los cuales el segmento de almacenamiento hidroeléctrico de bombeo dominó el mercado interno con una capacidad instalada total de 39,8 GW, lo que representó aproximadamente el 83 % de la capacidad total de almacenamiento de energía (Mordorintelligence.com, 2024).

En 2022 China alcanzó una capacidad instalada de almacenamiento de energía de “nuevo tipo”, que incluye a los sistemas electroquímicos (baterías eléctricas) y otros tipos de almacenamiento (aire comprimido y volantes de inercia) de 5,7 GW, lo que representó un aumento del 150 % respecto a 2021, según la Alianza de Almacenamiento de Energía de China (*China Energy Storage Alliance*, CNESA, 2024). En 2023, la capacidad de almacenamiento de energía recién instalada de China experimentó un crecimiento sustancial; la capacidad de almacenamiento de energía de “nuevo tipo”

casi se cuadriplicó, alcanzando los 31,4 GW, un aumento significativo respecto a 2022.

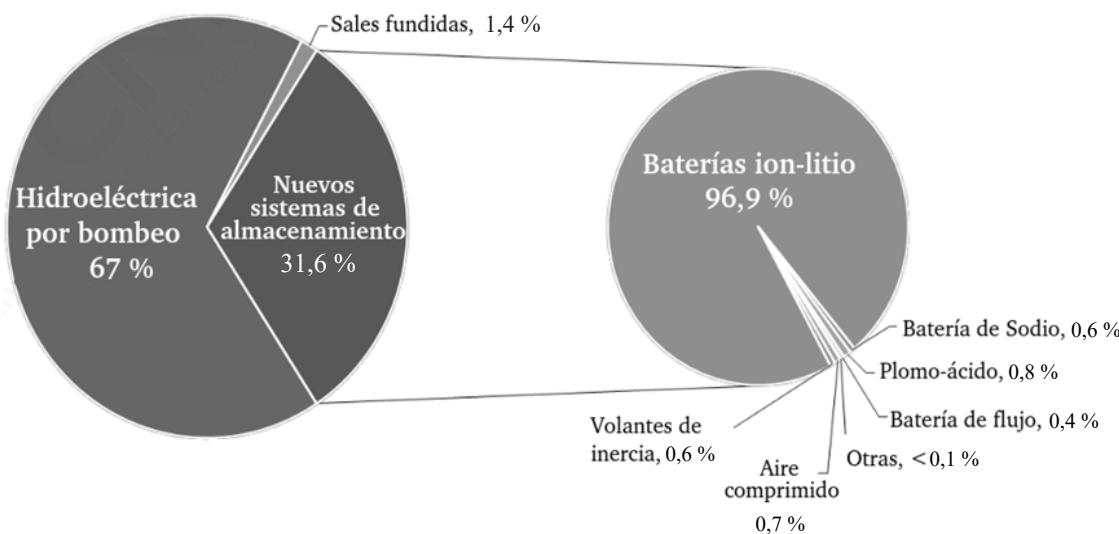
Estos aumentos reflejan el compromiso de China con la integración de fuentes de energía renovables y la mejora de la estabilidad de la red mediante sistemas de acumulación de energía (Ye, 2025; Bloomberg.com, 2024). Así, China superó su objetivo de alcanzar 30 GW de almacenamiento de energía de “nuevo tipo” para 2025, alcanzando este hito dos años antes de lo previsto. Este objetivo fue establecido por la Administración Nacional de Energía (ANE) y la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma en el marco del 14º “Plan Quinquenal”. De acuerdo con esto, los expertos anticipan que la capacidad acumulada de almacenamiento de energía nueva de China podría alcanzar entre 221 GW y 300 GW para 2030 (Zheng, 2024).

Vale destacar que para finales de 2024 la capacidad instalada acumulada de proyectos de almacenamiento de energía eléctrica a gran escala en funcionamiento en todo el mundo era de 289,2 GW; de los cuales 86,5 GW correspondieron a proyectos de almacenamiento de energía eléctrica chinos, representando el 30 % del mercado mundial

total (Gráfico N° 3). Igualmente se debe resaltar que para ese año la cuota de mercado correspondiente a la capacidad instalada acumulada de *almacenamiento hidroeléctrico por bombeo* cayó por primera vez por debajo del 70 %; un 12,3 % menos en comparación con el mismo período de

2022. En este contexto, la capacidad instalada acumulada de nuevos almacenamientos de energía mundiales (electroquímico, aire comprimido y volantes de inercia) alcanzó los 91,3 GW, casi el doble que en el mismo período del 2022 (CNESA, 2024).

Gráfico N° 3. Sistemas de almacenamiento de energía a nivel mundial para el 2024



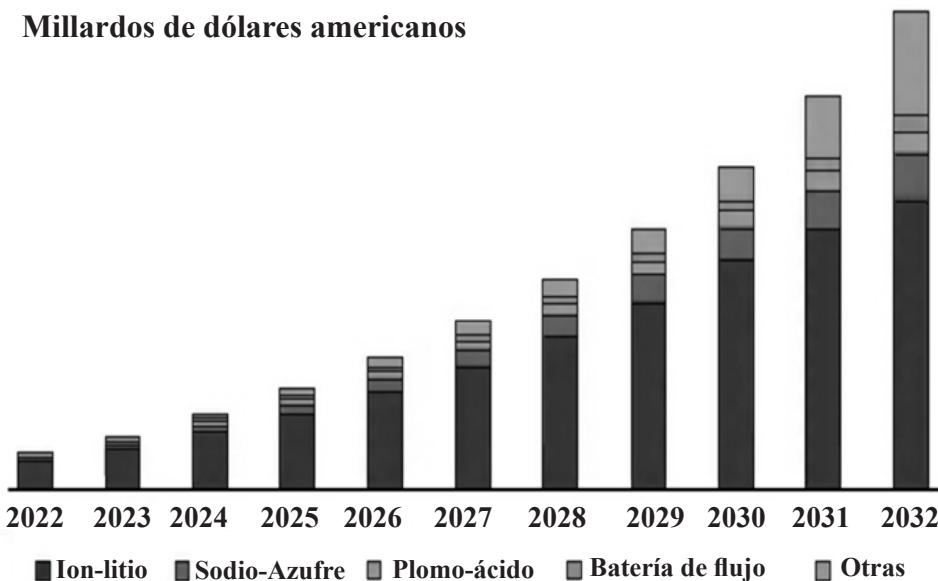
Fuente: CNESA, (2024).

Las expectativas de crecimiento del mercado mundial de baterías estacionarias por tipo de batería se presentan en el Gráfico N° 4. Como puede verse, se espera que las baterías de litio sean las de mayor crecimiento, seguidas por las sodio-azufre, plomo-ácido y las de flujo. Vale destacar que las baterías de plomo-ácido, a pesar de tener una densidad de energía relativamente baja, seguirán siendo la opción preferida en muchas economías emergentes para aplicaciones que requieren sistemas de almacenamiento de energía confiables a gran escala. Esto se debe a su buena relación costo-beneficio y su facilidad de reciclaje, a pesar de la fuerte competencia que representan tecnologías más avanzadas y eficientes como las baterías de iones de litio, que ofrecen mayor densidad energética, pero a un costo considerablemente más alto. En el mercado mundial de almacenamiento de baterías estacionarias, se estimaba que el valor de las baterías de

plomo-ácido alcanzaría los 7.700 millones de dólares en 2024, con una proyección de crecimiento anual compuesto del 21,5 % entre 2025 y 2034. Este crecimiento estará impulsado por una creciente demanda de soluciones de respaldo energético, la integración de energías renovables y la estabilización de la red (Shukla y Gupta, 2024b).



Gráfico N° 4. Proyección del mercado global de baterías estacionarias para redes hasta el 2032

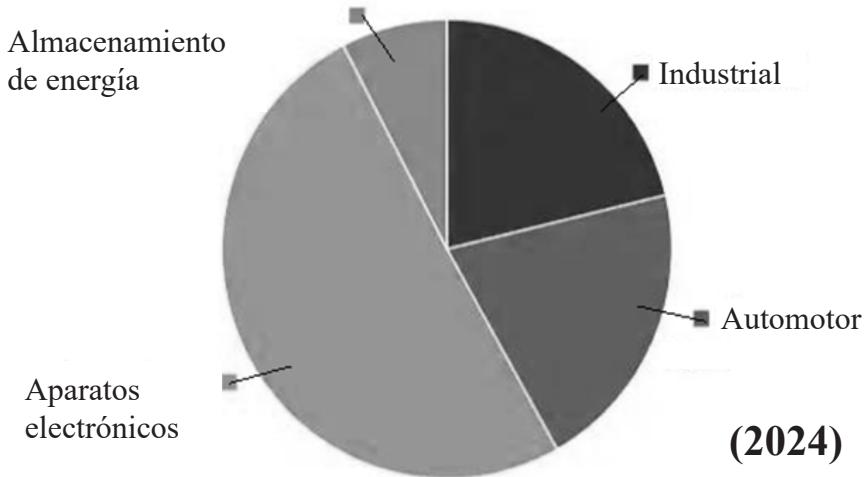


Fuente: Shukla y Gupta, (2024b).

Por su parte, se esperaba que el mercado mundial de baterías de iones de litio alcanzaría los 74.700 millones de dólares en 2024 con una tasa compuesta de crecimiento anual del 15,8 % entre 2025 y 2034. Este mercado está constituido por cuatro grandes sectores: industrial, automotriz, electrónica de consumo y almacenamiento de energía (Gráfico N° 5). Se anticipa que el segmento de almacenamiento de energía crecerá a una tasa compuesta anual de más del 18,8 % hasta 2034, gracias a las mejoras continuas en la tecnología. Aproximadamente una cuarta parte del crecimiento en este tipo de baterías se atribuye fundamentalmente al aumento de la demanda de vehículos eléctricos. En particular, las baterías de litio-fosfato de hierro (LFP) están mostrando un crecimiento notable debido a su seguridad, durabilidad y costo (Shukla y Gupta, 2024c). Otras tecnologías emergentes, como las baterías de estado sólido y de flujo, también están empezando a mostrar un crecimiento significativo (Shukla y Gupta, 2024d).

En razón de los hechos y tendencias precedentes, gobiernos y organismos reguladores de muchos países es-

tán implementando políticas de apoyo e incentivos para promover la adopción de soluciones de almacenamiento de energía a gran escala. Esto incluye la oferta de subsidios, incentivos fiscales y ordenanzas para la integración del almacenamiento energético, lo que está impulsando más rápidamente el crecimiento del mercado (Shukla y Gupta, 2024a).

Gráfico N° 5. Sectores del mercado de las baterías de litio

Fuente: Shukla y Gupta, (2024c).

En conclusión, la energía eléctrica desempeña un papel crucial en la sociedad contemporánea. En este sentido, las baterías son indispensables por su capacidad de almacenamiento y diversidad de aplicaciones, lo que las convierte en herramientas clave para la gestión eficiente de los recursos energéticos y para el bienestar y desarrollo de la humanidad. A medida que avanzamos hacia el futuro, el papel de las baterías seguirá siendo cada vez más relevante para un mundo sostenible.

Economía y producción de energía en Venezuela

La economía venezolana ha mostrado signos de recuperación en 2023 y 2024, con un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), una desaceleración de la inflación y un aumento en la producción petrolera. En 2023, el PIB experimentó un crecimiento del 5 %, impulsado principalmente por un aumento en la actividad petrolera y un incremento en la actividad no petrolera. Para 2024, se proyectaba un crecimiento aún más robusto del PIB, estimado en un 8 % (Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, 2024; Observatorio Venezolano Antibloqueo, 2024). Sin embargo, el país sigue enfrentando

desafíos significativos: una economía dependiente del petróleo, vulnerable a las fluctuaciones del mercado, con una alta dependencia tecnológica y la imposición de sanciones coercitivas por causa de las divergencias con su entorno geopolítico. Para enfrentar esta situación de alta dependencia y el impacto de tales medidas, Venezuela necesita establecer una estrategia para desarrollar un aparato tecnológico-productivo propio que le permita liberarse de las limitaciones impuestas y de la dependencia tecnológica.

En este contexto, la producción y desarrollo de energías renovables y baterías eléctricas son fundamentales para Venezuela, y se insertan perfectamente en el contexto del Plan de las Siete Transformaciones (7T) presentado por el presidente de la nación. Este enfoque estratégico busca no solo diversificar la matriz energética del país, sino además asegurar un crecimiento sostenible y adaptable ante los retos de una economía global (Gil, 2020; Maduro, 2025).

Venezuela posee vastos recursos naturales, particularmente en el sector energético, que puede explotar a su favor. A fines de 2019 se presentaba con las reservas de petróleo probadas más grandes del mundo (302.81 mil



millones de barriles), además de importantes reservas de gas natural (casi el 70 % de las reservas de la región), lo que refuerza su potencial en el sector energético de los hidrocarburos (*Global Energy Monitor*, 2022).

Más aún, Venezuela posee un notable potencial en energías renovables lo cual le permitiría transformar su matriz energética. Este potencial se manifiesta principalmente en las áreas de energía hidroeléctrica, solar y eólica. Sin embargo, históricamente Venezuela ha dependido en gran medida de la energía hidroeléctrica generada en el complejo hidroeléctrico del Guri, con una capacidad instalada de unos 10.235 MW. Para el 2022 la energía generada en el Guri representaba más del 77 % de la generación total del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Ubicado en el extremo sur-este del país, la energía eléctrica que produce este complejo debe ser transmitida a través de un extenso sistema de redes interconectadas (unos 2.200 km) a un nivel de extra alta tensión (765 kilovoltios) (Rocco, 2008; Vargas Gómez, 2012). Debido a todo esto, el SEN es muy vulnerable, de costoso mantenimiento y altamente dependiente de las variaciones climáticas que afectan los niveles del agua de sus embalses.

En términos de la explotación de energía a partir de fuentes solar y eólica la contribución al total de energía eléctrica generada en Venezuela a partir de fuentes renovables para 2022 fue de solo un 0,15 % (*International Energy Agency*, 2024). Sin embargo, Venezuela posee altos niveles de irradiación solar durante gran parte del año, por lo tanto, tiene un inmenso potencial para su explotación (Solargis, 2025). Las iniciativas encaminadas a implementar sistemas fotovoltaicos podrían incrementar significativamente la generación de electricidad y brindar soluciones energéticas sostenibles tanto para las zonas urbanas como rurales. La instalación reciente del parque solar en "Llano de El Anís" (Globovisión, 2023) es un ejemplo tangible del avance hacia la utilización de sistemas fotovoltaicos en el país. Más recientemente, en junio de 2024, se han anunciado planes para generar alrededor de 3.000 MW de energía solar en cooperación con China, India y Turquía (El Periódico de la Energía, 2024).

En términos de la energía eólica, las regiones costeras de Venezuela experimentan vientos constantes que pueden aprovecharse para la generación eólica de energía eléctrica (Contreras-Vielma y Vasil'evich Elistratov, 2016). El desarrollo de parques eólicos contribuiría a la diversificación de la matriz energética y a consolidar una infraestructura energética más resiliente (López-González, 2022). En el interior del país, se han identificado áreas específicas en los estados Mérida y Táchira que podrían beneficiarse significativamente de esta fuente renovable. En particular, la comunidad de Las González (estado Mérida) ha sido mencionada como un sitio donde se han instalado micro-aerogeneradores eólicos desde 2012 (López-González, 2021).

En este sentido, la propuesta del Proyecto de *Ley Orgánica de Energías Renovables y Alternativas* (Asamblea Nacional, 2022; Herrera, 2022) puede proporcionar un marco legal que incentive aún más el desarrollo sostenible en el sector energético, promoviendo inversiones tanto públicas como privadas. Por otro lado, la creación de comisiones regionales dedicadas a las energías renovables refleja un compromiso político hacia la transición energética. Estas iniciativas pueden facilitar la inversión y el desarrollo tecnológico necesario.

Impacto de la producción, desarrollo e investigación en baterías eléctricas para Venezuela

Ante el panorama global de crecimiento del uso de baterías y el notable potencial de recursos disponible en Venezuela, la creación de una industria de baterías eléctricas podría generar un significativo efecto multiplicador en varios aspectos de la vida nacional: (1) recuperación económica, (2) utilización de recursos naturales, (3) generación de empleo y desarrollo de habilidades, (4) impulso a la innovación y el avance tecnológico, (5) soberanía e independencia energética, (6) sostenibilidad ambiental y (7) oportunidades de exportación. A continuación, abordaremos cada uno de estos siete aspectos.

Diversificación y recuperación económica

La creación de una industria de baterías eléctricas contribuiría a diversificar la economía, a disminuir la histórica dependencia del petróleo y mejorar la gestión energética en el país. Esto respondería además a la creciente demanda global de energías limpias, lo que representa un importante motor económico, como lo demuestra el continuo crecimiento del mercado global de baterías (*Fortune Business Insights, 2024; Grand View Research, 2024; Polaris Market Research, 2024; Swaty, 2024*). Esta afirmación se fundamenta en la notable contribución de este sector a las economías de los países desarrollados. Un ejemplo destacado en nuestro continente es el mercado de almacenamiento de energía en EE. UU., que se valoró en 26,4 mil millones en 2023 y se estima que crecerá a una tasa anual del 22,2 % entre 2024 y 2032, debido a la creciente demanda de fuentes de energía renovable, junto con la necesidad de estabilidad y eficiencia de la red (Mahajan y Gupta, 2024). Dentro de ese mercado, la industria de baterías plomo-ácido en Estados Unidos, aportó 13,7 millardos de dólares anuales a la producción industrial nacional, equivalente a cerca del 0,06 % del PIB de los EE. UU., (*Battery Council International, 2023*). En particular, la industria de baterías de plomo no solo genera empleo, sino que también impulsa la actividad comercial en toda la economía estadounidense. Los efectos económicos totales de este sector incluyen tanto la actividad directa de diversas empresas en la industria de baterías de plomo, como los efectos multiplicadores adicionales en los proveedores a nivel nacional y en los negocios donde los empleados gastan sus ingresos. Estas interacciones crean actividades económicas directas e indirectas en 544 sectores distintos, lo que resalta la profunda influencia de esta industria. Además, según Shukla y Gupta de *Global Market Insights Inc.*, se estima que el mercado de baterías estacionarias en América del Norte superará los 124,7 millardos de dólares para 2032 (Shukla y Gupta, 2024a).

Por otro lado, la industria de baterías de iones de litio en China ha experimentado un crecimiento significativo, impactando tanto la economía global como el PIB del país. Este auge se debe a la innovación tecnológica, el

apoyo gubernamental y la creciente demanda de vehículos eléctricos y almacenamiento de energía renovable. La industria de vehículos eléctricos en China, estrechamente relacionada con la de baterías, podría contribuir con un 2,7 % del PIB para 2026. En 2023, el valor de producción del sector de baterías superó los 1,4 billones de yuanes (aproximadamente 197.000 millones de dólares). Además, la producción de baterías solares y vehículos de nuevas energías experimentó un aumento significativo, con un 54 % y un 30,3 % respectivamente. Además, La industria de las baterías en China contribuye significativamente a su economía a través de la creación de empleo, la generación de beneficios económicos y el impulso de avances sociales (Benergy, 2024).

Aprovechamiento de los recursos naturales de Venezuela

Venezuela cuenta con varios recursos minerales que son relevantes para la producción de baterías eléctricas. Entre los recursos minerales más abundantes de Venezuela se encuentran los minerales de hierro, cobre, aluminio, carbón, níquel, coltán, oro, diamante, zinc y titanio (Flores, 2019). En 2021, el Presidente de Venezuela identificó ciertos minerales como estratégicos para su explotación, explotación, transformación y comercialización (Presidencia de la República, 2021). Para los próximos años, el Gobierno Bolivariano se propone impulsar la actividad minera asociada a la explotación, transformación y agregación de valor de 13 minerales que contribuyan a fortalecer las exportaciones y el desarrollo de la industria nacional de bienes intermedios y finales (Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico, 2025). En este contexto, la exploración y extracción de minerales asociados a la producción de baterías de litio y otros tipos de baterías, proporcionaría una nueva vía para el aprovechamiento y desarrollo ulterior de los recursos mineros de Venezuela, debido a que la cadena de suministros para la producción de baterías depende en gran medida de tales minerales críticos, cuya creciente demanda genera inquietudes sobre la sostenibilidad de la cadena de suministro (*Critical Minerals - Energy System - IEA, 2025*).



Un ejemplo particularmente aleccionante del aprovechamiento de los recursos y el desarrollo exitoso de la explotación minera ha sido el desarrollado por la empresa Harita Nickel (Isla Obi, Indonesia) que inició un proceso de minería integrada, estableciendo un procesamiento “aguas abajo” que no solo se centra en la extracción y producción de níquel para acero inoxidable, sino además para las baterías de vehículos eléctricos. Así, en lugar de solo exportar el mineral en bruto, la empresa ha configurado procesos de refinación que añaden valor al producto y lo preparan para su posterior uso en la fabricación de baterías. Este enfoque ha optimizado la utilización de recursos y ha garantizado la sostenibilidad del medio ambiente, posicionando al país como un importante productor de níquel a nivel mundial (Gultom, 2024).

De esta manera, el desarrollo de una industria de baterías eléctricas proporciona una vía para diversificar la minería extractiva mediante la incorporación de procesos de refinación que agregan valor al producto y lo preparan para su uso en la fabricación de baterías, al mismo tiempo que promueve el avance tecnológico y el desarrollo sostenible. Por ejemplo, Venezuela posee grandes cantidades de bauxita, que se emplea en la producción de aluminio. Este metal es fundamental para la fabricación de componentes de baterías y para la creación de estructuras ligeras utilizadas en vehículos eléctricos y paneles solares. Las baterías NCA (Níquel-Cobalto-Aluminio), un tipo de batería de iones de litio que contiene aluminio en el cátodo, son particularmente atractivas por su capacidad para mejorar la densidad energética, la estabilidad y la eficiencia, lo que las convierte en una opción ideal para aplicaciones modernas, especialmente en el sector de los vehículos eléctricos (Cepal, 2024).

Venezuela cuenta con vastas reservas de azufre (Castro, 2021), que es un subproducto de la refinación del petróleo y se encuentra en yacimientos en Zulia, Táchira y Anzoátegui. En 2022, el país exportó azufre por un valor de 29,5 millones de dólares, lo que lo posicionó como el 34º exportador mundial de este mineral y fue el vigésimo producto más exportado en Venezuela (Observatorio de Complejidad Eco-

nómica, 2022). El azufre es un elemento imprescindible en la fabricación de las baterías sodio-azufre (Na-S) que como hemos visto es uno de los sistemas de acumulación de energía estacionarios con crecimiento similar al de las baterías de plomo-ácido (ver Gráfico N° 4). Es de resaltar que este tipo de baterías ha sido desarrollado casi exclusivamente por Japón y China, tanto por sus características de densidad energética como por lo asequible y económico de sus componentes.

El carbón es otro de los minerales abundantes en el país. Para 2016 las reservas totales probadas de carbón en Venezuela eran de 731 millones de toneladas de carbón (Szczesniak, 2019). Los carbones venezolanos son conocidos por sus propiedades únicas que los hacen ricos en materiales carbonosos adecuados para su conversión en grafito; componente esencial en la fábrica de baterías.

Otro elemento metálico muy importante en la fabricación de baterías de litio es el cobalto. En el año 2022, el país exportó aproximadamente 89.600 dólares en cobalto a los Países Bajos (Observatorio de Complejidad Económica, 2022), lo que indica una producción incipiente. Los estudios geológicos indican una composición favorable para la extracción de cobalto junto con níquel y cobre (U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). Es importante mencionar que el cobalto se encuentra en una lista de minerales de alto riesgo de suministro y de significativa importancia para la economía y la seguridad nacional de EE. UU., elaborada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (Fortier et al., 2022).

Continuando con nuestra “batería de opciones”, tenemos al hierro, que es, después del petróleo, el mineral con mayor producción en Venezuela. Este metal es un componente clave de las baterías de litio-ferrofosfato, comúnmente denominadas baterías LFP (*Lithium Iron Phosphate*); una variante de las baterías de iones de litio que emplea fosfato de hierro como material catódico. Este tipo de batería ha ganado popularidad en diversas aplicaciones, especialmente en vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía. En este contexto, es relevante mencionar que Venezuela cuenta con signifi-

cativas reservas de fosfato, esenciales para la producción de fosfato de hierro. Informes recientes indican que el país dispone de 19.9 millones de toneladas de roca fosfática. Además, se ha señalado que el yacimiento de Monte Fresco, situado en el estado Táchira, podría colocar a Venezuela entre las naciones con las mayores reservas de fosforita del mundo (Argus Media, 2019; Venezolana de Televisión [VTV], 2019).

El manganeso es otro de los elementos metálicos empleados en las baterías de litio-níquel-manganeso-cobalto (Li-NMC). El manganeso ayuda a mejorar la capacidad y la estabilidad térmica de estas baterías. Venezuela cuenta con depósitos de manganeso, principalmente ubicados en el estado Bolívar (Mining Press, 2025).

El níquel es otro componente clave en las baterías de iones de litio y en otras tecnologías de almacenamiento de energía. Venezuela posee reservas de níquel que podrían ser aprovechadas para la producción de baterías. La mina de níquel Loma de Hierro, nacionalizada y reabierta en 2014, representa una de las principales fuentes del mineral en el país (*The Diggins Mine*, 2025; Marianto Castro Mora, 2022). Una proyección de la empresa *Global Market Insights* en la que se evaluaba la demanda de mineral níquel para los próximos años, en razón del mercado de baterías para el hogar y para la flota de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, estimaba un incremento del 186 % en la demanda para el 2020 y de más de 800 % para el 2025 (Ministerio del Poder Popular para el Desarrollo Minero Económico, 2018).

Otro elemento de gran relevancia es el plomo, que es esencial en la fabricación de baterías de plomo-ácido, las cuales son de las más utilizadas en el mundo. A nivel global, aproximadamente la mitad del plomo consumido anualmente proviene de la minería, mientras que la otra mitad suele ser reciclada a partir de baterías de automóviles (Lámina de Plomo, 2016; Stevenson, 2024). En este contexto, es notable que, según el Observatorio de Complejidad Económica, en 2020, Venezuela exportó plomo en bruto y en otras formas por un total de 8,52 millones de dólares, mientras que en ese mismo año importó pro-

ductos de plomo bruto por un valor de 497.000 dólares. Además, Venezuela adquirió baterías de plomo-ácido por un monto de 29 millones de dólares durante el mismo período (Observatorio de Complejidad Económica, 2022).

Finalmente, en nuestra lista de elementos destacados, encontramos el vanadio. Este metal es crucial en la producción de baterías de flujo, ideales para el almacenamiento de energía renovable, razón por la cual se ha incrementado su relevancia y demanda a nivel mundial en los últimos años. En Venezuela, el vanadio se encuentra asociado al petróleo en concentraciones que varían entre 100 y 1.500 partes por millón. En 1992, Venezuela ocupaba el cuarto lugar en cuanto a reservas de vanadio (Goldberg *et al.*, 1992). Un informe del Servicio de Geología de los Estados Unidos y la Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. indica que el vanadio es uno de los elementos que frecuentemente se asocia con minerales de níquel y cobre en el país (Wynn *et al.*, 1995).

Creación de empleo y desarrollo de habilidades

La industria de baterías de Estados Unidos es un motor económico muy próspero. Anualmente, su actividad económica directa y derivada genera 8,1 billones de dólares en producción económica nacional. Además, casi 48 millones de empleos en Estados Unidos dependen de la industria de baterías (*Battery Council International*, 2025). Tal como se señaló anteriormente, la industria de las baterías en EE. UU., incluye "actividades económicas directas y posteriores en 544 sectores diferentes", por lo cual sustenta una vasta red de empleos, tanto directos como indirectos. Como un ejemplo, solo la industria de las baterías de plomo en 2019 proporcionó directamente unos 24.700 empleos en la fabricación, minería y reciclaje, junto con 170 empleos adicionales (6,8 %) en investigación y desarrollo; mientras en 2021 sustentó 37.490 empleos manufactureros y 742 empleos en desarrollo e investigación (2 %) (*Battery Council International*, 2023). La remuneración de estos trabajadores fue de unos 81.000 dólares promedio por trabajador/año en 38 estados; una de las mejores de EE. UU. En total, to-



mando en consideración los empleos indirectos, la industria de las baterías de plomo sustentó unos 83.000 puestos de trabajo indirectos (*Battery Council International*, 2023). Otro ejemplo en EE. UU., lo constituye el análisis del mercado laboral en la región de *Youngstown–Warren–Boardman* en EE. UU., que ha mostrado que hay un creciente interés en el desarrollo de habilidades necesarias para satisfacer la demanda en la producción de baterías de vehículos eléctricos, alineándose con las metas del Gobierno de reducir las emisiones de carbono para 2030 (Jones *et al.*, 2024).

En paralelo, se prevé que el mercado de baterías en Canadá evolucione a una tasa de crecimiento anual compuesto del 18,13 % hasta alcanzar una cuota de ingresos de unos 6.770 millones de dólares en 2028. En este orden de ideas, el fabricante americano-europeo *Stellantis* declaró en 2022 que colaborará con *LG Energy Solution* en una empresa conjunta (*NextStar Energy*) que ha destinado casi 4.000 millones de dólares al desarrollo de una instalación en Windsor (Ontario). La fábrica se encargará de suministrar baterías para una parte considerable de la producción norteamericana de vehículos eléctricos. Para la fecha del reporte *NextStar* había contratado 450 de los 2.500 puestos de trabajo locales previstos para la producción completa (Williams, 2019).

Mientras tanto, en Europa se estima que la industria del almacenamiento de energía creará hasta un millón de puestos de trabajo en los próximos años. La Comisión Europea prevé la creación de 800.000 nuevos empleos profesionales en el sector de las baterías y para 2025, se espera que sean formados para trabajar en este sector (Comisión Europea, 2025).

Por otro lado, en China -el gigante de las baterías- el 60 % de la fuerza laboral energética de China está empleada en "sectores energéticos limpios", lo que incluye la fabricación de baterías y componentes relacionados (García-Ceca, 2023).

Estos ejemplos auguran que el desarrollo de este motor económico en Venezuela sería particularmente beneficioso pues impulsaría a su economía y generaría empleos muy variados.

Avance tecnológico e innovación

La investigación y desarrollo en baterías son fundamentales para el avance tecnológico y el desarrollo humano en los países. La inversión en investigación y desarrollo de baterías ha llevado a la creación de nuevas tecnologías que sostienen el crecimiento económico. Por ejemplo, las baterías de plomo-ácido han estado por más de 100 años tras bastidores haciendo posible las telecomunicaciones y la movilidad, mediante los vehículos con motores de combustión interna. Más recientemente la tecnología de baterías de iones de litio, ha dado un impulso mayúsculo a la industria electrónica y del almacenamiento de energía renovable, pero además ha revolucionado al sector automotriz al impulsar la adopción masiva de vehículos eléctricos. De esta manera, estas invenciones han potenciado la economía mundial por años, pero además han comenzado a jugar un papel crucial en la sostenibilidad ambiental y la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.

Seguridad e independencia energética

La instalación y desarrollo de una industria local de baterías contribuirá a la soberanía energética de Venezuela. Esto es particularmente cierto dados los desafíos actuales del país en materia de generación y distribución de energía, pero además por las potencialidades del país. Al producir tecnologías propias para almacenamiento de energía, se reduciría la dependencia de proveedores externos de tecnología y de las materias primas, que son cruciales para la producción de baterías. Como hemos visto, la industria de las baterías eléctricas puede ofrecer alternativas para diversificar y fortalecer el suministro energético. Esta industria ayudará a reducir la dependencia de fuentes de energía tradicionales al incorporar tecnologías de energía renovable combinadas con sistemas de almacenamiento (Ruiz, Villafilia Robles y Olivella Rosell, 2019).

Sostenibilidad ambiental

Por todas las razones expuestas, la instalación y desarrollo de la industria de las baterías eléctricas, en sinergia

con las energías renovables, permitirá a Venezuela cumplir con los objetivos de sostenibilidad y reducción de la contaminación ambiental, en línea con los esfuerzos globales para combatir el cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2015). En este contexto debe destacarse la necesidad del desarrollo del concepto del 'reciclaje' y de la 'economía circular'. Mediante estas estrategias no solo se minimizan los residuos, sino que también se maximiza la utilización de recursos limitados, se promueve la sostenibilidad y se fortalecen las economías locales. El reciclaje de baterías y componentes de energía renovable permite recuperar estos materiales, lo que no solo reduce la presión sobre las reservas naturales, sino que también ayuda a estabilizar los precios de los insumos esenciales y disminuye los costos asociados a la producción. Por su parte la economía circular propone un modelo sostenible en el que los productos y materiales son reutilizados y reciclados en lugar de ser desechados. Además, la correcta gestión y reciclaje de estos productos minimizan el impacto ambiental, protegiendo el suelo y las fuentes de agua de la contaminación. En paralelo, la economía circular crea nuevas oportunidades de empleo en áreas como la recolección, clasificación, reciclaje y reutilización de materiales. La economía circular puede ser un efectivo motor de desarrollo económico, ya que no solo emplea mano de obra local, sino que también fortalece el tejido industrial (Hernández *et al.*, 2024).

Por otro lado, ya que Venezuela no cuenta con reservas comprobadas de litio y dadas las expectativas del crecimiento avasallador de la demanda de litio, es necesario anticiparse a la posibilidad de un esquema de dependencia por causa de la escasez del litio y un aumento de los precios. En este contexto, la necesidad de tecnologías de reciclaje innovadoras presenta oportunidades para la investigación y el desarrollo. Desarrollar capacidades de reciclaje de baterías no solo minimiza el impacto ambiental, sino que también promueve la autonomía en la gestión de materiales críticos, lo que es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de cualquier país.

Las políticas gubernamentales son fundamentales para la promoción del reciclaje y la economía circular en

el ámbito de las baterías eléctricas y de las energías renovables. Incentivos y subsidios para tecnologías limpias y programas de capacitación profesional pueden estimular tanto la innovación como la implementación de soluciones energéticas sostenibles. La colaboración internacional en este campo facilita el intercambio de conocimientos y recursos, mejorando la capacidad de respuesta a desafíos regionales y globales (Hernández *et al.*, 2024).

Oportunidades de exportación

Ante las expectativas globales de un mercado de baterías en expansión, una industria de baterías sólida posicionaría a Venezuela como un actor clave en el mercado global, brindando oportunidades para la exportación y el comercio. Esto contribuiría a alcanzar una balanza comercial favorable y un aumento de los ingresos en divisas, que son cruciales para la recuperación y estabilización económica.

Conclusión

Es evidente que Venezuela posee un gran potencial en energías renovables, especialmente en hidroeléctrica, solar y eólica. Sin embargo, la generación hidroeléctrica presenta vulnerabilidades por lo que resulta imprescindible desarrollar una matriz energética resiliente basada en las potencialidades que en energías renovables posee el país. Las iniciativas para desarrollar las energías solar y eólica en Venezuela, junto con la creación de un marco legal que incentive estas inversiones, son pasos importantes hacia la diversificación de la matriz energética del país y su posible integración en el mercado de energías renovables de América Latina.

En este contexto y dada la creciente demanda global de baterías, impulsada por la transición hacia energías limpias, se presenta una oportunidad significativa para el desarrollo de la industria alrededor de la producción de baterías debido a la amplia variedad de recursos minerales naturales existentes en el país; la exploración y extracción de minerales necesarios para la producción de baterías, es un motor de desarrollo económico y de creación de empleo en el país. En razón de las premisas anteriores, se puede afirmar que el desarrollo de una industria de baterías generará un impacto



positivo en la economía venezolana, creando empleos y fomentando el crecimiento en los sectores relacionados.

Desde luego para alcanzar esta meta se requerirán inversiones en educación y capacitación para desarrollar una fuerza laboral calificada en tecnologías avanzadas. En paralelo se deben establecer incentivos para favorecer la producción e investigación en energías renovables y en sistemas de almacenamiento de energía (baterías); esto no solo impulsaría la innovación tecnológica en Venezuela, sino también contribuiría a la resiliencia y sostenibilidad económica a largo plazo, alineando al país con las tendencias globales hacia la energía limpia y consolidando su seguridad y soberanía energética.

En resumen, Venezuela tiene los recursos y la oportunidad de transformar su sector energético y económico a través del desarrollo de tecnologías de las baterías eléctricas y energías renovables, lo que sin duda la llevará a un futuro soberano, sostenible y próspero.

Referencias

Argus Media (2019). *Venezuela promotes mining campaign, power fix.* [online] Argusmedia.com. Disponible en: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/1916928-venezuela-promotes-mining-campaign-power-fix>. Visitado 4 de enero de 2025.

Battery Council International (2023). *Economic Contribution of the U.S. Lead Battery Industry 2021.* Disponible en: <https://battery council.org/resource/economic-contribution-of-the-u-s-lead-battery-industry/> Visitado el 7 enero del 2025.

Battery 2030+ (2024). *About us - Battery 2030+.* Battery 2030+. Disponible en: <https://battery2030.eu/battery2030/about-us/> Visitado el 7 de enero del 2025.

Benergy (2024). *El auge de los fabricantes chinos de baterías de iones de litio: una fuerza en el mercado global.* Benergytech.com. Disponible en: <https://www.benergytech.com/es/a-the-rise-of-chinese-lithium-ion-battery-manufacturers-a-force-in-the-global-market.html#:~:text=Uno%20de%20los%20factores,mercado%20global.&text=enfoque%20>

en%20la%20investigaci%C3%B3n,mercado%20global.&text=significativos%20en%20la%20mejora,mercado%20global.&text=permitido%20a%20los%20fabricantes,mercado%20global.Visitado el 20 de febrero del 2025.

Battery Council International (2025). *Economic Impact of the U.S. Battery Industry.* Disponible en: <https://battery council.org/industry-stewardship/economic-impact/> Visitado el 21 de febrero del 2025.

Castro, M. (2021). *Sulfur Deposits In Venezuela. Sulfur Deposits in Venezuela.* Disponible en: https://www.academia.edu/98339172/SULFUR_DEPOSITS_IN_VENEZUELA Visitado el 8 de enero del 2025.

Castro, M. (2022). *Nickel Deposits In Venezuela Bibiographic References Of Nickel Deposits In Venezuela Through The Stratigraphic Code Of Venezuela.* Georef, Aster Vnir Images, Google Earth And Internet Background in Venezuela. Disponible en: <https://mariantoc.github.io/Resources/NICKEL%20Venezuela.pdf> Visitado el 2 de enero del 2025.

Cepal (2024). *Minerales críticos para la transición energética y la electromovilidad: oportunidades para el desarrollo económico con desafíos socioambientales.* Disponible en: <https://www.cepal.org/es/enfoques/minerales-criticos-la-transicion-energetica-la-electromovilidad-oportunidades-desarrollo> . Visitado el 5 de enero del 2025.

China Energy Storage Alliance, CNESA (2024). *Energy Storage Industry White Paper 2024 (Summary Version).* Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/55826ab6e4b0a-6d2b0f53e3d/t/674eb21e2833fb239c662f62/1733210672675/+Energy+Storage+Industry+WhitePaper+2024%28Summary+Version%29.pdf> . Visitado el 19 de febrero del 2025.

Critical Minerals - Energy System - IEA (2025). *Critical Minerals - Energy System - IEA.* Disponible en: https://www.iea.org/energy-system/industry/critical-minerals?utm_campaign=IEA+newsletters&utm_medium=Email&utm_source=SendGrid . Visitado el 27 de enero del 2025.

Comisión Europea (2025). *La Alianza Europea de Baterías avanza: nace la nueva Academia Europea de las Baterías para*

impulsar las capacidades que exige el rápido crecimiento del ecosistema de las baterías en Europa. European Commission - European Commission. Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_1256 . Visitado el 21 de febrero del 2025.

Department of Energy, USA. (2020). *Energy Storage Grand Challenge Draft Roadmap*. Disponible en: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/07/f76/ESGC%20Draft%20Roadmap_2.pdf .Visitado el 12 de febrero del 2025.

The Faraday Institution (2018). *Faraday Battery Challenge*. The Faraday Institution. Disponible en: <https://www.faraday.ac.uk/faraday-battery-challenge/> . Visitado el 7 de enero del 2025.

Fleischmann, J.; Hanicke M.; Horetsky, E.; Ibrahim, D.; Jau-telat S.; Linder M.; Schaufuss P.; Torscht L. y Van de Rijt A. (2023). *Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular*. McKinsey & Company. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular#/> . Visitado el 9 de septiembre del 2025.

Flores, O.(2019). *Los 10 recursos minerales más abundantes en Venezuela* . Minería en Línea. Disponible en: <https://mineriaenlinea.com/articulos/recursos-minerales-mas-abundantes-venezuela/>. Visitado el 15 de enero del 2025.

Fortier S.; Nassar N.; Graham G.; Hammarstrom J.; Day W.; Mauk J. y Seal, R. (2022). *Mining engineering Annual Review 2021: Critical Minerals USGS critical minerals review*. Disponible en: <https://apps.usgs.gov/minerals-information-archives/articles/usgs-critical-minerals-review-2021.pdf>. Visitado el 6 de febrero del 2025.

García, C. (2023). *China concentra el 30 % del empleo del sector energético a nivel mundial*. Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/panorama/china-concentra-el-30--del-empleo-20231117#:~:text=Hoy%20en%20d%C3%ADA%2C%20el,en%202019.&text=de%20la%20fuerza%20laboral,en%202019.&text=est%C3%A1%20empleada%20en%20sectores,en%202019.&text=comparaci%20con%20poco%20m%C3%A1s,en%202019>

C3%B3n%20con%20poco%20m%C3%A1s,en%202019. Visitado el 21 de febrero del 2025.

Global Energy Monitor (2022). *Energy profile: Venezuela - Global Energy Monitor*. Global Energy Monitor. Disponible en: https://www.gem.wiki/Energy_profile:_Venezuela#:~:text=Venezuela%27s%20oil%20reserves%2C%20estimated,also%20has%20nearly%2070%25 Visitado el 27 de diciembre del 2025.

Globovisión (2023). *Inaugurada en Mérida la primera planta pública de paneles solares en Venezuela*. Globovisión. Disponible en: <https://www.globovision.com/nacional/3406/nueva-granja-solar-suministra-energia-para-familias-de-llanos-del-anis-en-merida> . Visitado el 6 de enero del 2025.

Goldberg, I.; Hammerbeck, E.; Labuschagne, L. y Rossouw , C. (1992). *International Strategic Minerals Inventory Summary Report-Vanadium*. [online] UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1992. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/circ/1992/0930k/report.pdf> . Visitado el 5 de enero del 2025.

Grand View Research (2024). *Battery Market Size, Share & Growth Analysis Report, 2030*. Grandviewresearch.com. Disponible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/battery-market> [Visto el 9 Sep. 2024]. Visitado el 9 de septiembre del 2025.

Gultom, T. (2024). *Integrated vertical mining and processing for Critical Mineral: A case study in Obi Island, North Maluku Province*. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 1422(1), pp.012023–012023. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1422/1/012023>.

Hernández, V.; Hilbert, I.; Castillero, L.; Manhart, A.; García, D.; Nkongdem B.; Dumitrescu, R.; Sucre, C.G. y Herrera, C.F. (2024). *Reciclaje y reúso de baterías de litio en América Latina y el Caribe: revisión analítica de prácticas globales y regionales*. doi:<https://doi.org/10.18235/0005660>.

Herrera, S. (2022). *Necesidad de una Ley Orgánica de Energías Renovables y Alternativas para Venezuela*. Derecho y



- Sociedad. Disponible en: <https://www.derysoc.com/necesidad-de-una-ley-organica-de-energias-renovables-y-alternativas-para-venezuela/>. Visitado el 6 de enero del 2025.
- International Energy Agency (2024). *Venezuela - Countries & Regions* - IEA. Disponible en: <https://www.iea.org/countries/venezuela> [Visto el 6 Jan. 2025]. Visitado el 6 de enero del 2025.
- Jones, G.; McFarland C.; Lee M.; Reid C.; Rose, E., Gottlieb, J. y Falcon I. (2024). *Identifying and Developing the Battery Manufacturing Workforce: A Regional Analysis of Supply-Demand of Skilled Workers*. Economic Development Quarterly. 39(1), pp.49–59. doi:<https://doi.org/10.1177/08912424241274318>.
- Lámina de Plomo (2016). *Cómo se extrae el Plomo (Pb)*. Disponible en: <https://laminadeplomo.net/2016/08/20/como-se-extrae-el-plomo-pb/> [Visto el 6 Jan. 2025]. Visitado el 6 de enero del 2025.
- López, A. (2021). *Energías Renovables en Venezuela*. https://ecopoliticavenezuela.org/wp-content/uploads/2022/06/Energias_Renovables_Venezuela_Lopez_Gonzalez.pdf, La Cueva del Elefante, pp.70–77. Disponible en: https://ecopoliticavenezuela.org/wp-content/uploads/2022/06/Energias_Renovables_Venezuela_Lopez_Gonzalez.pdf .Visitado el 12 de enero del 2025.
- López, A. (2022). *Propuesta para el aprovechamiento del potencial eólico de La Guajira y el Golfo de Venezuela: Viabilidad de las Energías Renovables en Venezuela* – Observatorio de Ecología Política de Venezuela. Ecopoliticavenezuela.org. Disponible en: <https://ecopoliticavenezuela.org/2022/08/11/propuesta-para-el-aprovechamiento-del-potencial-eolico-de-la-guajira-y-el-golfo-de-venezuela-viabilidad-de-las-energias-renovables-en-venezuela/> [Visto el 23 Jan. 2025].Visitado el 13 de enero del 2025.
- Mahajan, U. y Gupta, A. (2024). *North America Electro Chemical Energy Storage Market Size - By Technology, By Application & Regional Forecast, 2024 - 2032*. Global Market Insights Inc. Disponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/north-america-electro-chemical-energy-storage-market> . Visitado el 31 de enero del 2025.
- Mining Press (2025). *Venezuela certificó nuevas reservas de minerales* - Mining Press. Miningpress.com. Disponible en: <https://miningpress.com/nota/306931/venezuela-certifico-nuevas-reservas-de-minerales-> . Visitado el 4 de enero del 2025.
- Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico (2025). *Potencialidades*. Desarrollominero.gob.ve. Disponible en: <https://www.desarrollominero.gob.ve/index.php/potencialidades/> . Visitado el 2 de enero del 2025.
- Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (2024). *Crecimiento del PIB 2024 de Venezuela se proyecta en 8%* – Minec. Minec.gob.ve. Disponible en: <http://www.minec.gob.ve/crecimiento-del-pib-2024-de-venezuela-se-proyecta-en-8/> . Visitado el 4 de enero del 2025.
- Mordorintelligence.com. (2024). *Almacenamiento de energía en China Tamaño del Mercado* | Mordor Intelligence. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/china-energy-storage-market> [Accessed 20 Feb. 2025]. Visitado el 20 de febrero del 2025.
- Naciones Unidas (2015). *A/RES/70/1 Asamblea General. Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development*. Disponible en: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/93/pdf/n1529193.pdf>. Visitado el 13 de enero del 2025.
- Nobel Committee for Chemistry (2019). *Press release: The Nobel Prize in Chemistry 2019*. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/press-release/>. Visitado el 15 de febrero del 2025.
- Observatorio Venezolano Antibloqueo (2024). Producción Petrolera De Venezuela Sigue Creciendo. Observatorio. gob.ve. Disponible en: <https://observatorio.gob.ve/produccion-petrolera-de-venezuela-sigue-creciendo/> . Visitado el 4 de enero del 2025.
- Observatorio de Complejidad Económica (2022). *Matas de cobalto y demás productos intermedios de la metalurgia del co*

balto; cobalto y sus manufacturas, incluidos los... en Venezuela | Observatorio de Complejidad Económica. Disponible en: <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/cobalt/reporter/ven> . Visitado el 2 de enero del 2025.

Periódico de la Energía (2024). *Venezuela anuncia un plan de generación eléctrica para atender la región afectada por los apagones.* El Periódico de la Energía. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/venezuela-anuncia-plan-generacion-electrica-atender-region-afectada-apagones/> . Visitado el 6 de enero del 2025.

Presidencia de la República (2021). *Decreto 4598, Gaceta Oficial No 42.230.* Sistema de Publicación de Gacetas Oficiales desde el Año 2013 hasta la fecha. Disponible en: http://spgoimprentanacional.gob.ve/cgi-win/be_alex.700037014/0&-Nombred=spgoim&Sesion=335740841 . Visitado el 2 de enero del 2025.

Polaris Market Research (2024). *Battery Market Size, Share | Growth Trends Analysis Report 2032.* Polaris. Disponible en: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/battery-market> . Visitado el 28 de diciembre del 2024.

Rocco S.(2008). *Análisis del sistema eléctrico venezolano desde la perspectiva de la teoría de redes complejas.* Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 23(1), pp.103–109. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100008 . Visitado el 12 de enero del 2025.

Swaty, J. (2024). *Informe de participación y tamaño del mercado de baterías recargables, [2031].* Kingsresearch.com. Disponible en: <https://www.kingsresearch.com/es/rechargeable-batteries-market-999> . Visitado el 10 de enero del 2025.

Shreyas (2024). *Global Battery Market: Strategic Regional Developments.* [online] Inkwood Research. Disponible en: <https://www.inkwoodresearch.com/battery-market-strategic-regional-developments/> Visitado el 7 de enero del 2025.

Shukla, V. y Gupta, A. (2024a). *Grid Scale Stationary Battery Storage Market Size - By Battery (Lithium-Ion, Sodium Sulphur, Lead Acid, Flow Battery), By Application, Regional Outlook & Forecast, 2024 – 2032.* Global Market Insights Inc. Dis-

ponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/grid-scale-stationary-battery-storage-market> . Visitado el 3 de enero del 2025.

Shukla, V. y Gupta, A. (2024b). *Stationary Lead Acid Battery Storage Market Size By Application, Analysis, Share, Growth Forecast 2025 – 2034.* Global Market Insights Inc. Disponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/lead-acid-stationary-battery-storage-market> . Visitado el 2 de enero del 2025.

Shukla, V. y Gupta, A. (2024c). *Lithium-Ion Battery Market - By Chemistry, By Component, By Application and Forecast, 2025 – 2034.* Global Market Insights Inc. Disponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/lithium-ion-battery-market> . Visitado el 2 de enero del 2025.

Shukla, V. y Gupta, A. (2024d). *Stationary Flow Battery Storage Market Size - By Technology, By Application, Analysis, Share, Growth Forecast 2025 – 2034.* Global Market Insights Inc. Disponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/stationary-flow-battery-storage-market> . Visitado el 3 de enero del 2025.

Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A history.* 1st ed. Capítulo 4 "" MIT Press, The MIT Press, p.568. Disponible en: <https://www.penguinrandomhouse.com/books/657402/energy-and-civilization-by-vaclav-smil/9780262338318/> . Visitado el 24 de enero del 2025.

Solargis (2025). *Global Solar Atlas.* Globalsolaratlas.info. Disponible en: <https://globalsolaratlas.info/download/venezuela> [Accessed 20 Feb. 2025]. Visitado el 20 de febrero del 2025.

Stevenson, M. (2024). *Batteries – Battery Types – Lead-Acid Battery | Recycling.* Elsevier eBooks, (3), pp.563–584. doi:<https://doi.org/10.1016/b978-0-323-96022-9.00295-4>.

Szczesniak, P. (2019). *2016 Minerals Yearbook VENEZUELA [ADVANCE RELEASE].* U.S. Geological Survey. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey. Disponible en: <https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/myb3-2016-ve.pdf> . Visitado el 12 de enero del 2025.



- The Diggins Mine (2025). *Loma De Hierro Nickel Prospect Near Ocumare del Tuy, Venezuela*. The DiggingsTM. Disponible en: <https://thediggings.com/mines/usgs10254986> . Visitado el 2 de enero del 2025.
- United Nations Industrial Development Organization (2019). *Industrial Development Report 2020. Industrializing in the digital age*. Viena. Disponible en: <https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2023-03/UNIDO-IDR2020-main-report-en.pdf> . Visitado el 23 de enero del 2025.
- Vargas, H. (2012). *Análisis del sistema eléctrico venezolano (Primera parte)*. Revista Energy Management. Disponible en: <https://e-management.mx/2012/10/22/analisis-del-sistema-electrico-venezolano-primer-a-parte/> . Visitado el 6 de enero del 2025.
- Venezolana de Televisión (VTV) (2019). *Venezuela cuenta con 19,9 millones de toneladas de roca fosfática para producir fertilizantes*. Venezolana de Televisión. Disponible en: <https://www.vtv.gob.ve/venezuela-cuenta-con-199-millones-de-toneladas-de-roca-fosfatica-para-producir-fertilizantes/> . Visitado el 4 de enero del 2025.
- Wynn Y.; Sidder G.; Gray F.; Page N. y Mendoza S. (1995). *Geology and Mineral Deposits of the Venezuelan Guayana Shield*. Central Region, Denver, Colorado: U.S. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN 2124, (Prepared as part of a cooperative project with the Corporacion Venezolana de Guayana, Tecnica Minera, C.A). Disponible en: <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/USGS-B-2124.pdf> . Visitado el 12 de enero del 2025.
- Williams, M. (2019). *Stellantis and LG Energy Solution begin battery production in Canada*. Automotive Logistics. Disponible en: <https://www.automotivelogistics.media/battery-supply-chain/stellantis-and-lg-energy-solution-begin-battery-production-in-canada/46292.article#:~:text=Stellantis%20and%20LG%20Energy%20Solution%20begin%20battery%20production%20in%20Canada&text=Stellantis%20battery%2Dmaking%20joint%20venture,Windsor%20facility%20in%20Ontario%2C%20Canada> . Visitado el 10 de enero del 2025.
- Ye, Y. (2025). *Q&A: How China became the world's leading market for energy storage - Carbon Brief*. Carbon Brief. Available at: <https://www.carbonbrief.org/qa-how-china-became-the-worlds-leading-market-for-energy-storage/> . Visitado el 20 de febrero del 2025.