

# La Batería de Sodio

Avances en su desarrollo

## Autor

---

Nombre del autor(es)  
Email: [Rafael Torres M.](mailto:Rafael.Torres.M.)  
Tel.: (56) 32 226 3160

## Comisión

---

Elaborado para las Comisiones  
de Minería y Energía

Nº SUP: 137.690

---

## Resumen

---

El sodio (Na) es un candidato prometedor para las nuevas tecnologías de baterías. Al igual que el litio, pertenece al grupo de los metales alcalinos y poseen una alta densidad de carga. Su disponibilidad es prácticamente universal y las tecnologías para obtenerlo a partir de sus compuestos ostentan una larga data.

Sin embargo -a diferencia del litio- hasta ahora no ha sido posible incorporar el sodio en baterías que puedan ser recargadas cientos y aún miles de veces.

Dadas la creciente demanda por energías limpias -especialmente electricidad- y la presión sobre la producción de materias primas que la producción de baterías de litio demanda; avizorándose una crisis de existencias en dos o tres décadas, la investigación sobre las propiedades físico-químicas del sodio y sus compuestos ha adquirido un gran impulso.

Con resultados de investigaciones en desarrollo se puede considerar avances para poder llegar a la producción de baterías de sodio, capaces de competir ventajosamente con las baterías de litio, reordenando los mercados de la energía y sus correspondientes materias primas.

## Introducción

---

Este informe, fue realizado para las comisiones de Minería y Energía del Senado y la Cámara de Diputados. En su elaboración se consultaron publicaciones técnicas y científicas especializadas. Su propósito es informar sobre el estado del arte en la carrera para producir baterías alcalinas de sodio.

## El estado actual

---

Barato y abundante, el sodio (Na) de acuerdo a *Innovation News Network* es un candidato prometedor para las nuevas tecnologías de baterías. Según esta publicación, las baterías basadas en la química del sodio actuales tienen buenas cualidades ambientales, poseen una alta densidad de carga, no son inflamables y funcionan bien a bajas temperaturas, e incluso más económicas que las baterías de iones de litio. Sin embargo, su rendimiento es limitado. Después de solo unos pocos ciclos de carga-recarga su rendimiento decae a niveles marginales obstaculizando así sus aplicaciones a gran escala<sup>1</sup>.

Este talón de Aquiles, sin embargo, está en vías de ser superado., según lo explica el Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico (PNNL) del Departamento de Energía de los Estados Unidos, en las baterías, el electrolito es la "sangre" circulante que mantiene el flujo de energía. El electrolito se forma disolviendo sales en disolventes, lo que resulta en iones cargados que fluyen entre los electrodos positivo y negativo. Con el tiempo, las reacciones electroquímicas que mantienen el flujo de energía se vuelven lentas y la batería ya no puede recargarse. Con las tecnologías actuales de baterías de iones de sodio, este proceso de "envejecimiento" ocurre mucho más rápido que en las baterías de iones de litio<sup>2</sup>.

Un equipo de investigadores del PNNL ha desarrollado una batería de iones de sodio con una longevidad muy extendida. Los hallazgos, proporcionan bases prometedoras para una batería que algún día podría alimentar vehículos eléctricos y almacenar energía solar. Los investigadores intercambiaron los ingredientes que componen el núcleo líquido de la batería (el solvente se convirtió en soluto y éste en aquél). Ese cambio evita los problemas de rendimiento que han plagado las baterías anteriores a base de sodio<sup>3</sup>.

Por otra parte, CATL (Contemporary Amperex Technology Co. Limited) y Reliance Industries -tras la adquisición de Faradion, especialista en iones de sodio con sede en el Reino Unido- están empeñados en llevar sus tecnologías desde el laboratorio a la producción masiva. En el contexto actual, de precios en alza y escasez prevista de materiales para baterías de iones de litio (LIB's), la química de iones de sodio nunca ha sido tan atrayente<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> "Sodium-ion batteries: A promising candidate for new battery technology". Disponible en: <https://www.innovationnewsnetwork.com/creating-sodium-ion-batteries-technology/23138/#:~:text=Sodium%20is%20a%20chemical%20element,widespread%20applications%20of%20his%20technology>. Marzo 2023.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

<sup>3</sup> "Longer lasting sodium-ion batteries on the horizon". Disponible en: <https://www.sciencedaily.com/releases/2022/07/220713114631.htm>.

<sup>4</sup> "The weekend read: Sodium-ion batteries go mainstream". Disponible en: <https://www.pv-magazine.com/2022/03/26/the-weekend-read-sodium-ion-batteries-go-mainstream/>. Marzo 2023.

## Factores determinantes en la demanda futura del Litio y del Sodio

Aunque al igual que las baterías de litio, las baterías de sodio son recargables, la diferencia radica en el número de ciclos carga/recarga que ambas admiten. Elon Musk -CEO (Chief Executive Officer) de Tesla- afirma que sus baterías duran de 300.000 a 500.000 millas, o 1,500 ciclos de batería. Es decir, alrededor de 22 a 37 años para un usuario promedio<sup>5</sup>. En cambio –en la actualidad- las baterías de sodio están lejos de alcanzar esa tasa de recarga.

Están además los factores relacionados con la disponibilidad de materias primas. Lo destaca Michael Stanley Wittingham, ganador del Premio Nobel de Química 2019, uno de quienes sentaron las bases científicas para las baterías utilizadas en la actualidad<sup>6</sup>: "*Será el litio durante los próximos 10 a 20 años, dice Wittingham. Al mismo tiempo, se puede esperar que el número de automóviles eléctricos aumente considerablemente, en interés de la protección del clima*"<sup>7</sup>.

Las otras materias primas críticas involucradas en la fabricación de LIB's incluyen litio, grafito, cobalto y manganeso. A medida que aumenta el despliegue de vehículos eléctricos, la producción de células LIB para vehículos se está convirtiendo en una fuente de demanda cada vez más importante, aumentando la presión sobre la producción de todos y cada uno de los componentes de ellas<sup>8</sup>. Cabe entonces preguntarse ¿podrá la producción de LIB's responder a la demanda durante los próximos 20 -30 años, o será necesario innovar en tecnologías, para utilizar componentes más abundantes y accesibles para la producción de baterías iguales o superiores a las LIB's, que dominan los mercados actuales?

De acuerdo a Igogo T *et al* (2019), tanto el cobalto como el litio están altamente concentrados en unos pocos países. Por ejemplo, un promedio del 53% de la producción mundial de cobalto extraído provino de la República Democrática del Congo (RDC), mientras que un promedio del 47% de la refinación mundial de cobalto tuvo lugar en China (USGS 2018; Instituto del Cobalto 2018). Además, más del 80% de la producción mundial de litio proviene de Australia, Chile y Argentina, mientras que más del 60% del manganeso se extrae en Sudáfrica, China y Australia (USGS 2018). Debido a la alta concentración geográfica en la producción, los mercados para la mayoría de estos materiales son generalmente menos transparentes que los de materiales convencionales como el aluminio y el cobre<sup>9</sup>.

<sup>5</sup> "Elon Musk Spills Some New Details On Tesla Battery Module Cost". Disponible en: <https://insideevs.com/news/345756/elon-musk-spills-some-new-details-on-tesla-battery-module-cost/>. Marzo 2023.

<sup>6</sup> The Electrochemical Society. Michael Stanley Wittingham, Disponible en: [https://www.electrochem.org/whittingham/#:~:text=\(Michael\)%20Stanley%20Whittingham%20was%20born,John%20Goodenough%20and%20Akira%20Yoshino](https://www.electrochem.org/whittingham/#:~:text=(Michael)%20Stanley%20Whittingham%20was%20born,John%20Goodenough%20and%20Akira%20Yoshino). Marzo 2023.

<sup>7</sup> "Electric cars are significant contributors to climate protection – but the mining of lithium for the batteries is often criticized. The discussion focuses on the extraction of raw materials in the South American salt deserts. Questions and answers for a more informed debate." Disponible en: <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2020/03/lithium-mining-what-you-should-know-about-the-contentious-issue.html#:~:text=What%20are%20the%20long%2Dterm,20%20years%2C%E2%80%9D%20says%20Wittingham>. Marzo 2023.

<sup>8</sup> "Supply chain of raw materials used in the manufacturing of light-duty vehicle lithium-ion batteries". Disponible en: <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73374.pdf>. Marzo 2023.

<sup>9</sup> *Ibidem*.

Estos materiales también se utilizan en otras industrias, pero a medida que aumenta el despliegue de vehículos eléctricos, la producción de baterías se está convirtiendo en una fuente de demanda cada vez más importante. Por lo tanto, comprender los mercados de estos materiales es fundamental para comprender los impactos en la producción de minerales que el desarrollo continuo de Vehículos de Carga Ligeros (LDV's) conllevará<sup>10</sup>.

El análisis de Igogo T et al (2019) sugiere que la cadena de suministro de cobalto es relativamente menos segura que la cadena de suministro de litio. Entre 2014 y 2016, además de los shocks de demanda generados por la desaceleración económica, la producción de cobalto también se vio afectada por la volatilidad de los precios en otros mercados de metales. El cobalto se produce principalmente como un subproducto o coproducto del cobre y el níquel, cuyos mercados son volátiles. El suministro de cobalto –por ejemplo- respondió fuertemente a la fuerte caída de los precios de los metales básicos durante este período<sup>11</sup>.

También se encontró, en la citada publicación que, la mayoría de los principales productores de materiales activos para la producción de cátodos, están –en mayor o menor grado- involucrados en toda la cadena de valor de las materias primas. En cuanto al mercado de litio, aunque Australia posee alrededor del 47% de las reservas mundiales de litio y representa un promedio del 41% de la producción mundial de dicho metal, China representa el 47% de la capacidad de refinería de carbonato de litio, principalmente porque procesa la gran mayoría del litio australiano. China también lidera la demanda de cobalto y litio para materiales de baterías de iones de litio para LDV's. Su uso estimado de 2014 a 2016 fue de entre 15.000 toneladas métricas (tm) y 24.000 toneladas de cobalto, y entre 15.000 Mt y 40.000 Mt de carbonato de litio equivalente. Otros mercados principales para el cobalto y el litio para materiales LDV incluyen Japón, Corea del Sur y Bélgica<sup>12</sup>.

En cuanto al comercio, la República Democrática del Congo es el principal exportador de materiales de cobalto, con 424.504 toneladas métricas exportadas desde 2016 hasta 2020. China es el principal importador de materiales de cobalto, con alrededor de \$ 3.5 mil millones importados en el mismo período. De los materiales de litio analizados en este informe (carbonato e hidróxido de litio), Chile lidera las exportaciones, con aproximadamente \$ 151 millones en litio exportado desde 2014 hasta 2016, mientras que Japón lidera las importaciones, reportando alrededor de \$ 478 millones en importaciones de materiales de litio. Los registros de flujo comercial de litio para Australia no se rastrean por separado por el código del Sistema Armonizado (HS, su abreviatura en inglés)<sup>13</sup>. Australia exporta la mayor parte de su mineral de litio (espodumeno) sin procesar a China.

Es pertinente señalar que el análisis descrito en el informe fuente se limita a los materiales de litio rastreados por el código HS y utilizados en LDV.

---

<sup>10</sup> *Ibidem.*

<sup>11</sup> *Ibidem.*

<sup>12</sup> *Ibidem.*

<sup>13</sup> El código HS es un código de mercancías utilizado por los funcionarios de aduanas de todo el mundo para clasificar los productos. Los códigos de mercancías constan de varios números, estando los 6 primeros dígitos armonizados en todo el mundo. Este es el llamado código HS. Por lo tanto, no importando el origen del producto, su categoría principal será la misma.

## Conclusiones

---

De lo anteriormente expuesto, se puede inferir:

- El sodio y el litio son elementos químicos contiguos, pertenecientes al grupo I, de los metales alcalinos. En consecuencia, con notables similitudes físico-químicas.
- Es plausible entonces, que en determinadas condiciones se comporten de maneras muy similares. En este caso, el sodio podría reemplazar al litio en su rol fundamental en la producción de baterías recargables para la electromovilidad y almacenamiento de carga eléctrica, rebajando a la vez significativamente los precios.
- Aunque existen notables similitudes entre las propiedades físico-químicas del litio y el sodio, las diferencias a favor de litio aún son determinantes para que éste sea el claro dominador del mercado.
- Los analistas proyectan que los insumos para la producción de baterías de litio y aún el litio mismo, escasearán en un horizonte de 20 a 30 años, subiendo los precios de aquellas y forzando políticas de reciclaje que elevarán aún más los precios.
- La investigación científica aplicada a problemáticas tecnológicas, puede modificar propiedades previamente consideradas intrínsecas de ciertos materiales y habilitarlos para usos y funciones previamente no imaginados, como podría ser el caso del número de ciclos de carga/recarga de las baterías de sodio.

---

### Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0  
(CC BY 3.0 CL)