



Extracción e industrialización del litio

Oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Trabajando por un futuro productivo, inclusivo y sostenible

Junio de 2023

Introducción¹

- El litio es uno de los elementos fundamentales para la transición energética, en especial porque es un insumo hasta ahora insustituible para la producción de las baterías de iones de litio, una tecnología clave para la descarbonización del transporte y el almacenamiento de energía generada a partir de fuentes renovables. Además, el litio es considerado un recurso estratégico por los países que cuentan con yacimientos abundantes. En América Latina destaca el denominado “triángulo del litio”, integrado por la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile, al tiempo que el Brasil, México y el Perú, con depósitos menos extensos, tienen posibilidades de desarrollar una importante producción.
- La naturaleza estratégica del litio radica en sus posibilidades de contribuir al desarrollo económico de los países. Este recurso puede tener un impacto positivo a partir de una mayor creación de valor, es decir, del aumento del producto, de las exportaciones, del empleo y de la recaudación fiscal. Sin embargo, distintos actores en los países mencionados han considerado que su mayor potencial son las oportunidades de desarrollar capacidades productivas y tecnológicas asociadas al litio, que puedan contribuir al proceso de cambio estructural de las economías dotadas de abundantes recursos. Desde la perspectiva de los Estados, esto exige políticas y normas que favorezcan la creación de bienes públicos, el desarrollo de capacidades e infraestructuras blandas y duras, y la movilización y el direccionamiento de los recursos necesarios.

Índice

Introducción	1
I. El mercado mundial de baterías de litio se expande a pasos acelerados	2
II. América Latina es un actor mundial privilegiado en torno al litio, con una gran especialización en los procesos de extracción del recurso y la producción de compuestos de litio	13
III. Modelos de gobernanza.....	25
IV. Reflexiones finales: directrices para una agenda de desarrollo productivo en torno al litio	40
Bibliografía	41
Anexo 1.....	44
Anexo 2.....	46

¹ La información empleada para la elaboración de este documento, salvo que se indique otra cosa, es la disponible hasta el 20 de abril de 2023.

Esto plantea la necesidad de una agenda de desarrollo productivo² en torno al litio para promover su extracción en beneficio de las actividades económicas directa e indirectamente relacionadas al mineral.

- Estas oportunidades, sin embargo, vienen acompañadas de desafíos para la propia actividad extractiva del litio, por los riesgos de las proyecciones de demanda y puesta en funcionamiento de proyectos para su suministro, posibles sustitutos del mineral o de las tecnologías que lo utilizan en sus componentes, así como para la actividad industrial, por las brechas en las capacidades de exploración y producción (aguas arriba o *upstream*) o consumo (aguas abajo o *downstream*) para insertarse en las cadenas de valor en torno al mineral. Los Gobiernos también enfrentan retos vinculados a los espacios de mejora tanto en la captura de las rentas económicas derivadas de la explotación del mineral como en la distribución y el uso de estas rentas finitas para la inversión en otras formas de capital, pero, sobre todo, en la supervisión, vigilancia y control de las actividades extractivas por sus posibles impactos en el medio ambiente y las comunidades. Como toda actividad extractiva, la minería de litio también ejerce presión ambiental y social sobre los territorios de extracción, lo que afecta la sostenibilidad de los ecosistemas allí presentes. En el caso del litio de salmuera, esto se origina principalmente en el estrés hídrico y los efectos sobre la biodiversidad y las actividades económicas tradicionales llevadas a cabo por los grupos sociales que habitan en las inmediaciones de los salares.
- En este informe se ofrece un análisis sintético de algunas de las dimensiones relevantes para analizar las oportunidades y los desafíos que presenta el litio para los países de la región ricos en el recurso. En el capítulo I, que sigue a esta Introducción, se analiza la dinámica de las industrias de la electromovilidad y las baterías de iones de litio. Se describen algunas iniciativas adoptadas por los países donde el litio ha adquirido el carácter de insumo crítico y se muestra cómo los países de la región ricos en recursos han respondido a ello declarando que el litio es un recurso estratégico. En el capítulo II se analiza el papel de los países de América Latina y el Caribe ricos en litio en la cadena de valor de las baterías de iones de litio. En el capítulo III se examinan algunas dimensiones clave de los regímenes de gobernanza del litio en la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile: los regímenes jurídicos que regulan la actividad vinculada al litio, las agendas o políticas públicas de desarrollo productivo para favorecer la agregación de valor, las normas dirigidas a promover la sostenibilidad ambiental y social, y los sistemas tributarios que se aplican a la actividad minera. Por último, en el capítulo IV se ofrecen lineamientos de política pública para contribuir al cambio estructural a partir de la industrialización de minerales estratégicos (para la transición energética y la electromovilidad) en consideración de lo analizado respecto del caso del litio.

I. El mercado mundial de baterías de litio se expande a pasos acelerados

A. La transición energética y los compromisos sobre el cambio climático

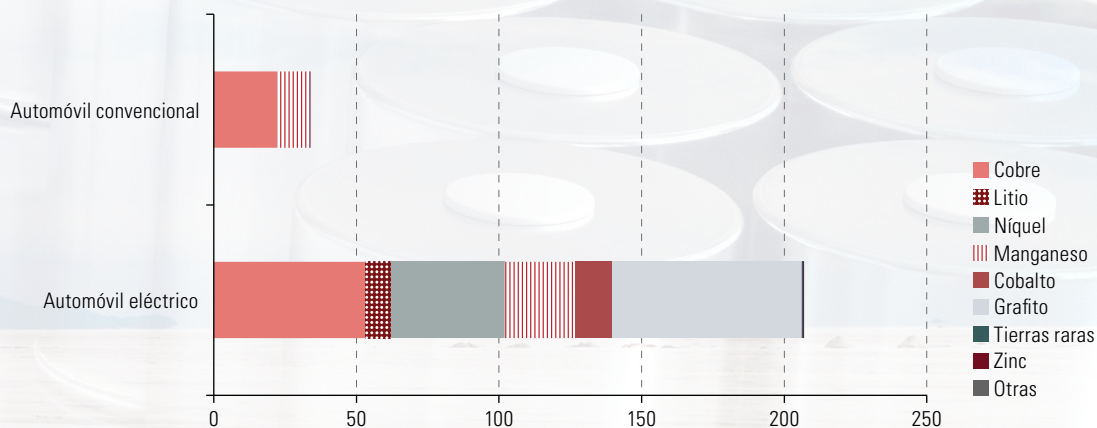
- El crecimiento exponencial de la demanda mundial de litio se explica, principalmente, por las transformaciones que ha desencadenado el proceso de transición energética en marcha en todo el mundo. Entre los compromisos asumidos para limitar el calentamiento global se encuentran los dirigidos a reducir sustancialmente el uso de los combustibles fósiles, extender la electrificación, mejorar la eficiencia energética y utilizar combustibles alternativos (IPCC, 2022).
- En el marco de este proceso, la electrificación del transporte, en combinación con el aumento de las fuentes de energía de bajas emisiones, implica una transición hacia un paradigma intensivo en minerales (AIE, 2021). Muchos de estos minerales, entre los que se encuentran el litio, el cobre, el níquel, el cobalto y las tierras raras, han asumido un carácter crítico (AIE, 2021). El gráfico I.1 ofrece una comparación de la demanda de minerales de algunas tecnologías tradicionales y algunas de las introducidas en el marco del proceso de descarbonización. Se observa que,

² La agenda de desarrollo productivo, también llamada "política industrial", se refiere al apoyo del sector público al desarrollo productivo, esto es, a la dimensión del desarrollo económico que se concentra en el proceso de realización y ampliación de las capacidades relacionadas a la producción (Correa, Dini y Letelier, 2022). La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) propone que esta agenda o política apunte a una transformación estructural, sostenible e inclusiva.

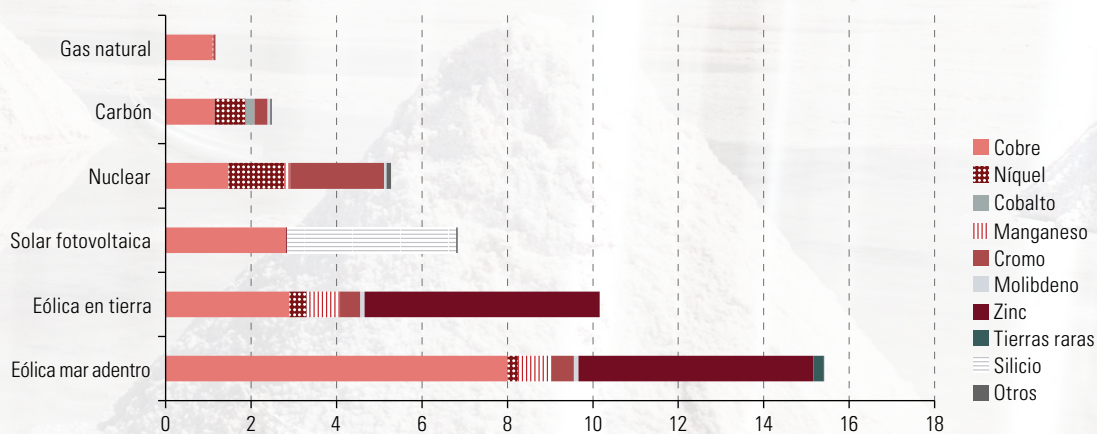
por ejemplo, un automóvil eléctrico necesita seis veces más minerales que uno convencional, mientras que una planta de energía eólica mar adentro necesita nueve veces más minerales que una planta a gas con la misma capacidad. Asimismo, no solo se precisa mayor cantidad, sino también mayor diversidad de minerales.

Gráfico I.1 Cantidad de minerales utilizados en tecnologías energéticas limpias seleccionadas

A. Transporte
(En kg/vehículo)



B. Generación de energía eléctrica
(En miles de kg/MWh)



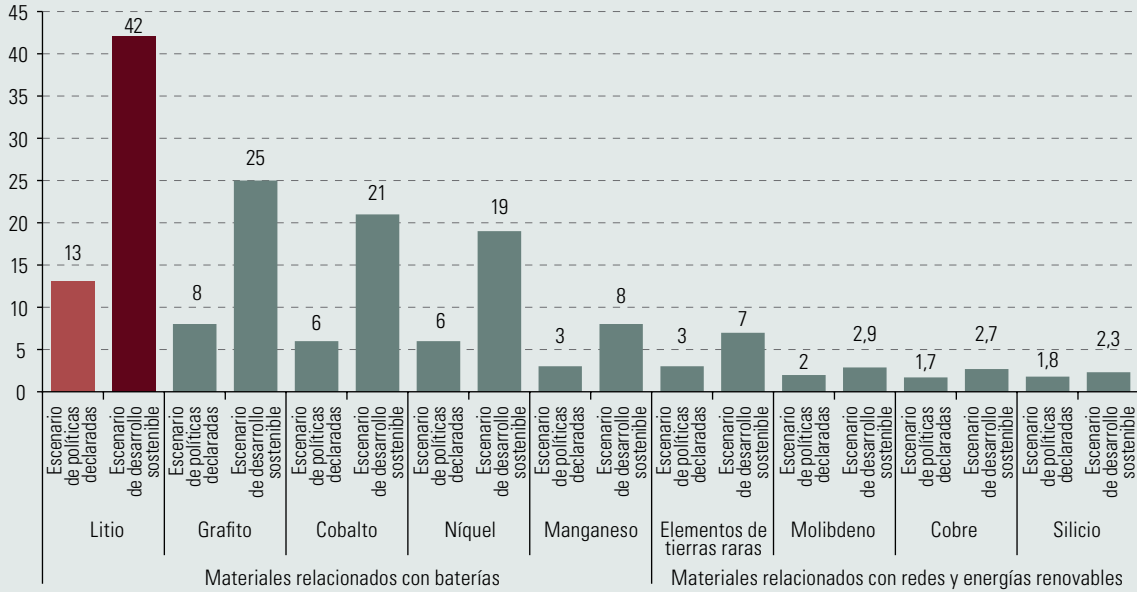
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, París, 2021.

- De acuerdo con las proyecciones realizadas por la Agencia Internacional de Energía (AIE), la demanda total de minerales a nivel mundial podría duplicarse en el escenario de políticas declaradas (STEPS) y hasta cuadruplicarse en el escenario de desarrollo sostenible (SDS) entre 2020 y 2040 (véase el gráfico I.2)³. El litio es el metal que, de acuerdo con esta proyección, experimentaría un mayor crecimiento de la demanda, que podría multiplicarse por 13 y hasta por 42, según el escenario⁴.

³ El escenario de políticas declaradas (STEPS) indica hacia dónde se dirige el sistema energético basado en un análisis por sector de las políticas actuales y los anuncios de políticas; el escenario de desarrollo sostenible (SDS) indica lo que se requeriría en una trayectoria coherente con el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París.

⁴ Cabe, sin embargo, señalar que el aumento relativo de la demanda de litio se debe, en gran medida, a una base de comparación mucho menor que la de otros minerales, ya que el tamaño actual de su mercado es más pequeño. Para ilustrar esto puede compararse la demanda de litio de 2020 (~300.000 toneladas de carbonato de litio equivalente) con la de cobre refinado (22.550.000 toneladas), de acuerdo con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Esta es una relación de 75 a 1 del cobre sobre el litio.

Gráfico I.2 Crecimiento relativo de la demanda de minerales seleccionados utilizados en energías limpias, proyección hacia 2040
(En número de veces sobre la demanda estimada de 2020)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, París, 2021.

Recuadro I.1 La coyuntura energética actual podría acelerar el proceso de transición

- El conflicto entre la Federación de Rusia y Ucrania ha afectado la geopolítica mundial y los flujos comerciales, y se ha traducido en un considerable aumento de los precios internacionales de los combustibles fósiles, que se ha trasladado a los sectores energéticos, a otros sectores productivos y a los consumidores, afectando a hogares, empresas, industrias y economías enteras. Si bien este conflicto y su impacto sobre los precios de la energía son más directos y graves en el continente europeo, donde la mayoría de los países se sirven de las importaciones de combustibles desde la Federación de Rusia, también ha afectado al resto del mundo y, en especial, a los países en desarrollo, sin capacidad de responder con recursos propios. Algunas de las deficiencias inmediatas en las importaciones de combustibles desde la Federación de Rusia, en particular la de gas natural, deben cubrirse con producción proveniente de otros lugares y se ha identificado la necesidad de nueva infraestructura de gas natural licuado (GNL) para facilitar la diversificación del suministro de otros mercados fuera de la Federación de Rusia. Si bien la inversión en petróleo y gas aumentó un 10% con respecto a 2021, se mantiene muy por debajo de los niveles de 2019. Los altos precios de los combustibles fósiles acarrearán problemas para muchas economías, pero también producen ganancias inesperadas y sin precedentes para los productores de petróleo y gas. Se espera que los ingresos del sector mundial del petróleo y el gas aumenten a 4 billones de dólares en 2022, más del doble del promedio de cinco años, y la mayoría de esos ingresos se destinará a los principales países exportadores de petróleo y gas (AIE, 2022a).
- Respecto de la crisis energética, el director ejecutivo de la Agencia Internacional de Energía (AIE) ha señalado que no se puede elegir entre la crisis energética y la climática, sino que esta es la oportunidad de abordar ambos problemas al mismo tiempo. En julio de 2022, señaló que la única solución duradera era un aumento masivo en la inversión para acelerar las transiciones a la energía limpia. Destacó que, si bien ese tipo de inversiones estaba aumentando, el incremento debía ser mucho más rápido para aliviar la presión sobre los consumidores de los altos precios de los combustibles fósiles, hacer que los sistemas de energía fueran más seguros y conseguir que el mundo se encaminara hacia el logro de los objetivos climáticos.
- En general, el conflicto frena la globalización tal como se conoce, al acentuar las tendencias a la regionalización y a la relocalización de las cadenas productivas y del comercio que ya se venían registrando con la disputa comercial entre los Estados Unidos y Europa, por una parte, y China, por la otra (CEPAL, 2022). Es de esperar que, en este escenario de fragmentación, en el futuro cercano, las consideraciones geopolíticas ganen mayor peso en las decisiones de políticas económicas. La integración regional cobrará mayor relevancia y se registrarán diversos esfuerzos para asegurar cadenas de suministro, principalmente entre países aliados (véanse algunos ejemplos con relación al litio en la sección I.E).

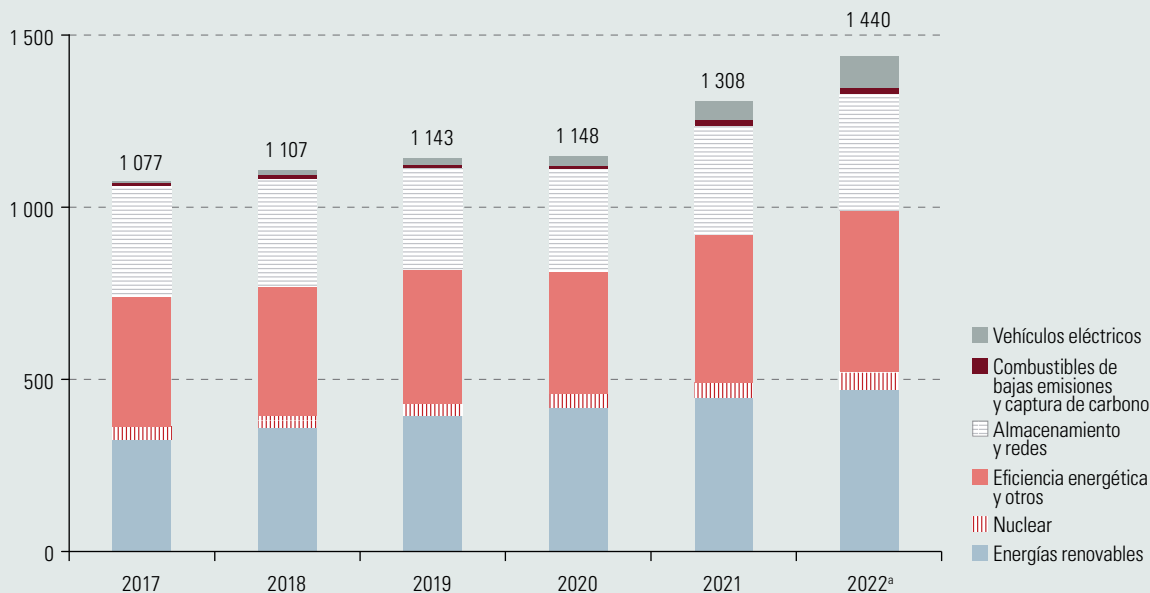
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Repercusiones en América Latina y el Caribe de la guerra en Ucrania: ¿cómo enfrentar esta nueva crisis?*, Santiago, 6 de junio de 2022 [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47912-repercusiones-america-latina-caribe-la-guerra-ucrania-como-enfrentar-esta-nueva>; Agencia Internacional de Energía (AIE), *World Investment Energy 2022*, París, 2022; J. Myers, "This is the technology driving the world's renewables revolution", Ginebra, Foro Económico Mundial, 12 de julio [en línea] <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/renewable-energy-technology-iea-investment/>.

B. La inversión en energías limpias y el crecimiento de la electromovilidad y las baterías de iones de litio

- El avance de la electromovilidad se refleja, por el lado de la oferta, en un pronunciado crecimiento de la inversión en las industrias automotriz y de producción de baterías de iones de litio. Por el lado de la demanda, las tasas de penetración de vehículos eléctricos están aumentando en las economías de mayores ingresos, con el apoyo de regulaciones específicas y el otorgamiento de beneficios impositivos. Este proceso se encuentra en una etapa incipiente en América Latina y el Caribe, donde los vehículos eléctricos tienen tasas de penetración crecientes, pero en niveles muy bajos.
- La transición energética exige un alto nivel de inversiones. La tasa de crecimiento anual promedio de la inversión en energías limpias durante los cinco años posteriores a la firma del Acuerdo de París, en 2015, fue de poco más del 2%. Desde 2020, la tasa ha aumentado al 12%. Sin embargo, aún se encuentra por debajo de lo necesario para alcanzar los objetivos climáticos internacionales (AIE, 2022a). En 2021, los niveles más altos de inversión en energías limpias se registraron en China (380.000 millones de dólares), seguida de la Unión Europea (260.000 millones de dólares) y los Estados Unidos (215.000 millones de dólares). La inversión en vehículos eléctricos alcanzó los 93.000 millones de dólares, lo que representa el 6,5% de la inversión total (véase el gráfico I.3).

Gráfico I.3 Inversión mundial en energías limpias, 2017-2022

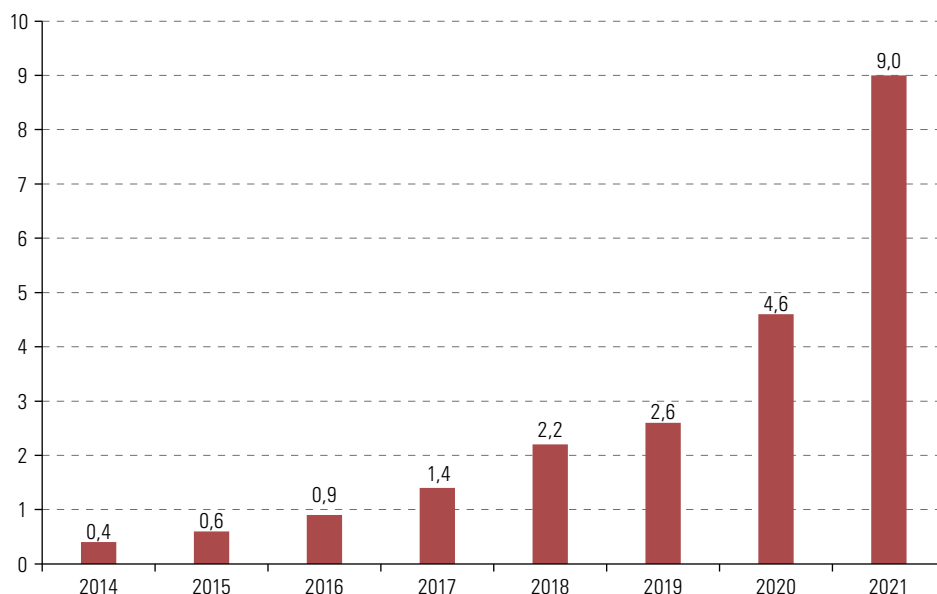
(En miles de millones de dólares)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), *World Investment Energy 2022*, París, 2022.

^a Las cifras de 2022 son estimaciones.

- Las ventas de vehículos eléctricos se duplicaron con creces en 2021 con respecto al año anterior y continuaron aumentando con fuerza en 2022. La tasa de penetración de vehículos eléctricos en el mercado automotor creció un 650% entre 2014 y 2019 (véase el gráfico I.4) y se estima que llegó al 4,6% en 2020 y al 9% en 2021, con lo que casi se cuadruplicó la cifra de 2019 (AIE, 2022b). El pronunciado crecimiento de la electromovilidad explica la expansión de la demanda de baterías de iones de litio durante los últimos años, que crece a un ritmo que rondaría el 25% anual hasta 2030 (Foro Económico Mundial, 2019). El ritmo de este crecimiento plantea dudas sobre la capacidad de los fabricantes de automóviles para mantener el ritmo de producción y entregas. Las principales restricciones provienen de la cadena de suministro de materias primas y la escasez mundial de semiconductores.

Gráfico I.4 Tasa de penetración de vehículos eléctricos, 2014-2021*(En porcentajes de ventas de vehículos eléctricos sobre ventas totales de vehículos)*

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Obaya y M. Céspedes, "Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/58)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021; Agencia Internacional de Energía (AIE), *Global EV Outlook 2022*, París, 2022; y datos de McKinsey & Company.

Nota: Las tasas de penetración de vehículos eléctricos livianos de pasajeros de 2020 y 2021 son estimaciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE) (2022b).

- En el marco de los esfuerzos que se realizan en todo el mundo para combatir el cambio climático, un creciente número de Gobiernos ha implementado incentivos a la producción y el consumo de vehículos eléctricos, que han contribuido a la adopción de esta forma de movilidad (AIE, 2020; LaRocca, 2020). El gasto público en subvenciones e incentivos para los vehículos eléctricos casi se duplicó en 2021, hasta rondar los 30.000 millones de dólares. Asimismo, un número creciente de países se ha comprometido a eliminar los motores de combustión interna en las próximas décadas y tiene ambiciosos objetivos de electrificación de vehículos⁵. Al respecto, 16 países, entre los cuales se encuentra Chile, crearon, en el marco del Foro Ministerial sobre Energías Limpias, un foro político multigubernamental, denominado Iniciativa de Vehículos Eléctricos, dedicado a acelerar la introducción y adopción de vehículos eléctricos en el mundo. Además, muchos fabricantes ya han respondido a estos compromisos e incentivos anunciando su decisión de electrificar sus flotas⁶.
- En la región, el Brasil tiene el mayor mercado, seguido por México y Colombia. Los pronósticos indican un fuerte crecimiento en países como Colombia, Costa Rica y el Uruguay (véase el gráfico I.5). Sin embargo, las tasas de penetración en la región son relativamente bajas y se ubican por debajo del 1%, en promedio⁷.

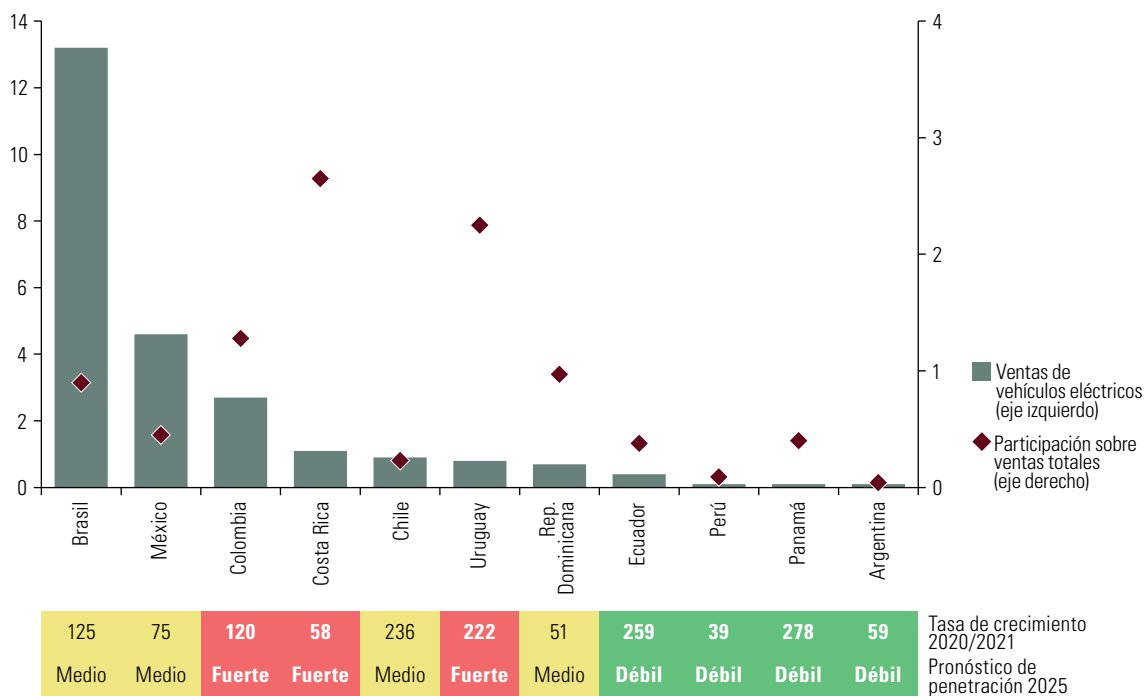
⁵ En 2021, en la 26ª Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se estableció como meta no oficial que en 2040 el 100% de los automóviles nuevos vendidos en el mundo deberán ser de emisiones cero. Véase una lista de los compromisos de flota de vehículos eléctricos por país en AIE (2022c). Noruega se destaca por su compromiso (meta no oficial) de que en 2025 el 100% de los vehículos livianos de pasajeros nuevos vendidos deberán ser de emisiones cero. En febrero de 2023, la Unión Europea aprobó una ley que prohíbe la venta de automóviles nuevos a gasolina y diésel a partir de 2035.

⁶ Se destacan, por ejemplo, Mercedes-Benz, por su anuncio de que, a partir de 2025, todos los vehículos de nuevo lanzamiento serán totalmente eléctricos, y Volvo, por su compromiso de convertirse en una empresa de automóviles totalmente eléctricos para 2030. Por su parte, en China, Dongfeng tiene previsto electrificar el 100% de sus nuevos modelos de las principales marcas de turismo para 2024 y BYD anunció que solo produciría vehículos eléctricos a partir de abril de 2022 (AIE, 2022b).

⁷ En la región también ha habido compromisos en cuanto a flotas de vehículos eléctricos. Chile, El Salvador, México, el Paraguay y la República Dominicana son firmantes de la meta no oficial del 26º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CP 26) referida al 100% de emisiones cero en nuevos vehículos vendidos en 2040. Por fuera de esta meta no oficial de la CP 26, el Brasil, Chile, Costa Rica, el Ecuador, Panamá y el Uruguay han establecido distintos compromisos (mayormente metas no oficiales) de ventas y existencias de vehículos eléctricos para determinados años (véase la lista completa en AIE (2022c)).

Gráfico I.5 Mercado latinoamericano de vehículos eléctricos, 2021

(En miles de unidades y en porcentajes)

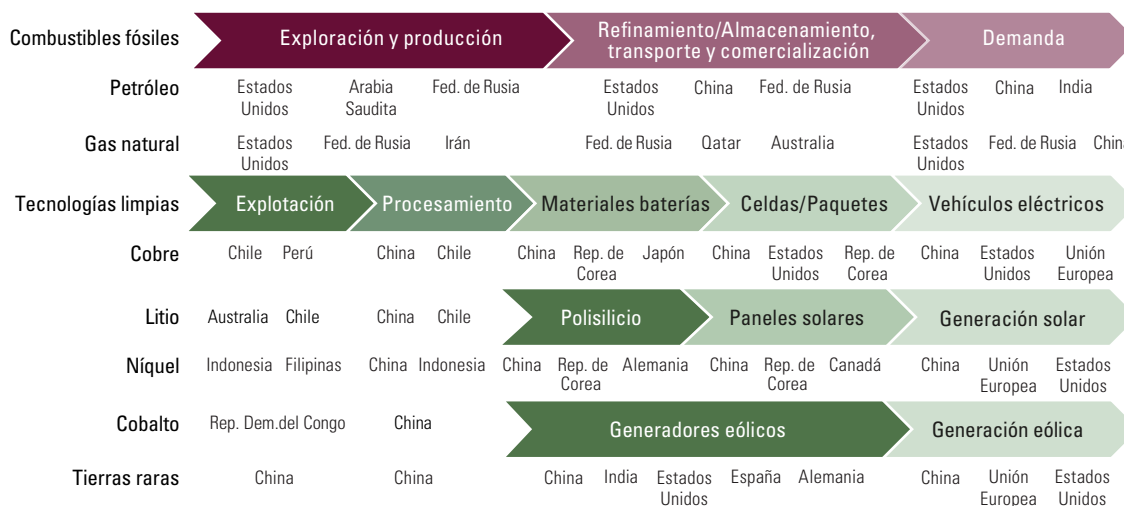


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de BloombergNEF.

C. La geografía de los recursos minerales

- La localización de las reservas y la producción de muchos minerales críticos para la transición energética está geográficamente más concentrada que la de los combustibles fósiles (véase el diagrama I.1). Por ejemplo, en el caso del litio, fundamental para la producción de baterías de iones de litio, los tres primeros países productores controlan más de tres cuartas partes de la producción mundial. En el caso de otros minerales, como el cobalto, un solo país produce alrededor de la mitad a nivel mundial.

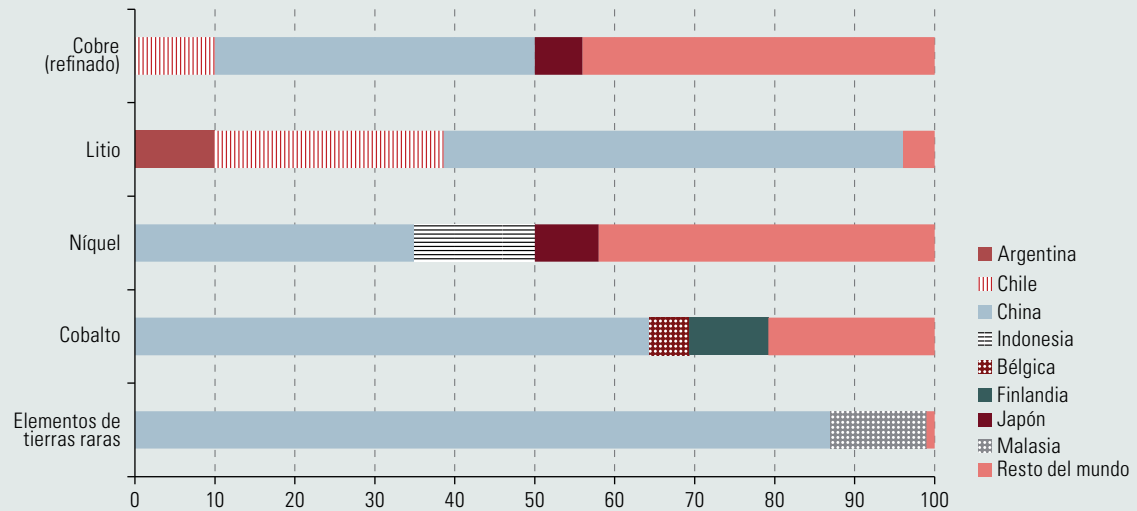
Diagrama I.1 Participación de países en actividades de la cadena de valor de recursos naturales seleccionados



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, París, 2021.

- Los elevados niveles de concentración se observan también en la cadena de procesamiento y refinamiento de los minerales, donde China tiene una fuerte presencia. La participación de este país en las actividades de refinación es de alrededor del 35% en el caso del níquel, de entre el 50% y el 70% para el litio y el cobalto, y casi del 90% para las tierras raras (véase el gráfico I.6). Las empresas chinas también han realizado cuantiosas inversiones en activos en países como la Argentina, Australia, Chile, Indonesia, México y la República Democrática del Congo, lo que les permite tener un alto nivel de integración vertical.

Gráfico I.6 Participación en el procesamiento de minerales seleccionados, 2019
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, París, 2021.

Nota: Los datos del cobre se refieren a la capacidad de refinamiento.

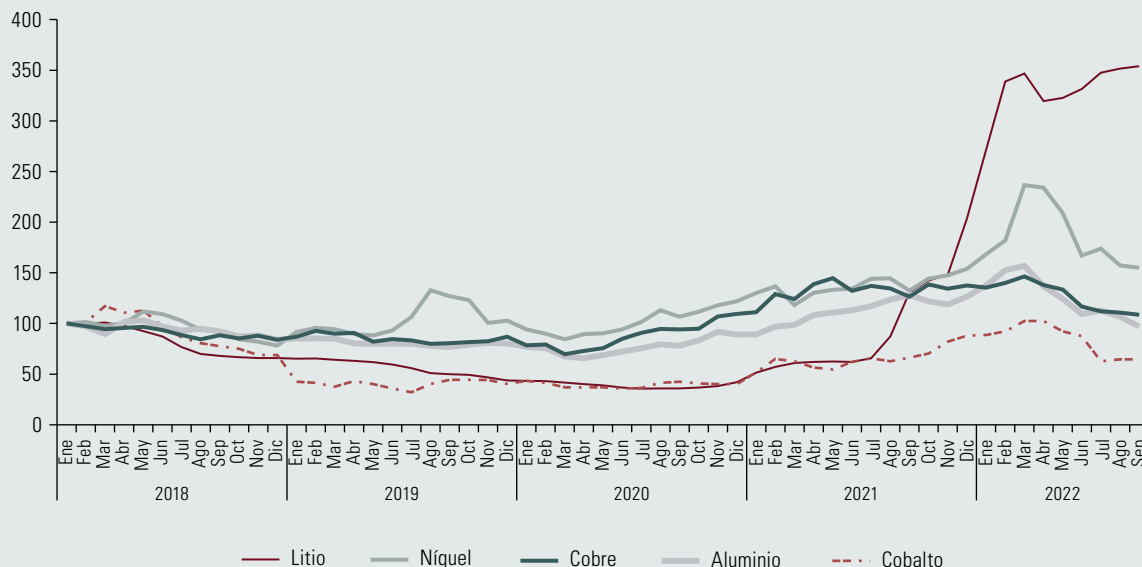
D. En el contexto de la transición energética, el precio del litio continúa aumentando de manera sostenida

- Los precios de muchos minerales (metales y tierras raras) esenciales para la transición energética han aumentado rápidamente debido a una combinación de factores, como el pronunciado aumento de la demanda, la interrupción de las cadenas de suministro y las expectativas de escasez y cuellos de botella de la oferta (AIE, 2022b). En este contexto, el litio ha sido el metal que registró el mayor aumento de precio, resistiendo incluso el descenso experimentado desde abril de 2022. Esto tiene un considerable impacto sobre el costo de producción de las celdas de baterías de iones de litio necesarias para expandir la electromovilidad.
- Entre julio de 2020 y septiembre de 2022, los precios del cobre, el níquel, el cobalto y el aluminio aumentaron entre un 20% y un 80% (véase el gráfico I.7). Los valores comenzaron a descender a partir de marzo y abril de 2022, cuando alcanzaron un máximo tras la salida de la peor situación de la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19) y el surgimiento del conflicto entre la Federación de Rusia y Ucrania. Si bien hay factores que explican la situación de cada metal, todos se han visto afectados por las expectativas negativas sobre la evolución de las economías industrializadas y de China, en una economía mundial con políticas monetarias restrictivas e inflación.
- En el caso del litio, el precio no solo se multiplicó casi nueve veces, sino que no se observa un descenso significativo, como en el de los otros minerales. En este caso se conjugan, por una parte, el importante incremento de las ventas de vehículos eléctricos en 2021 y la primera parte de 2022⁸, y, por la otra, las expectativas en torno a la capacidad de respuesta de la oferta, que en el pasado no ha logrado responder en tiempo y forma con aumentos de capacidad. A largo plazo, las perspectivas de una mayor fractura de la economía mundial, con posibilidades de una mayor disrupción en las cadenas de suministro, podrían ejercer aún más presión sobre los precios.

⁸ Distintas fuentes indican un nuevo aumento de las ventas de vehículos eléctricos en 2022 respecto de 2021.

Gráfico I.7 Variación del precio de minerales seleccionados

(Índice, 31 de enero de 2018=100)



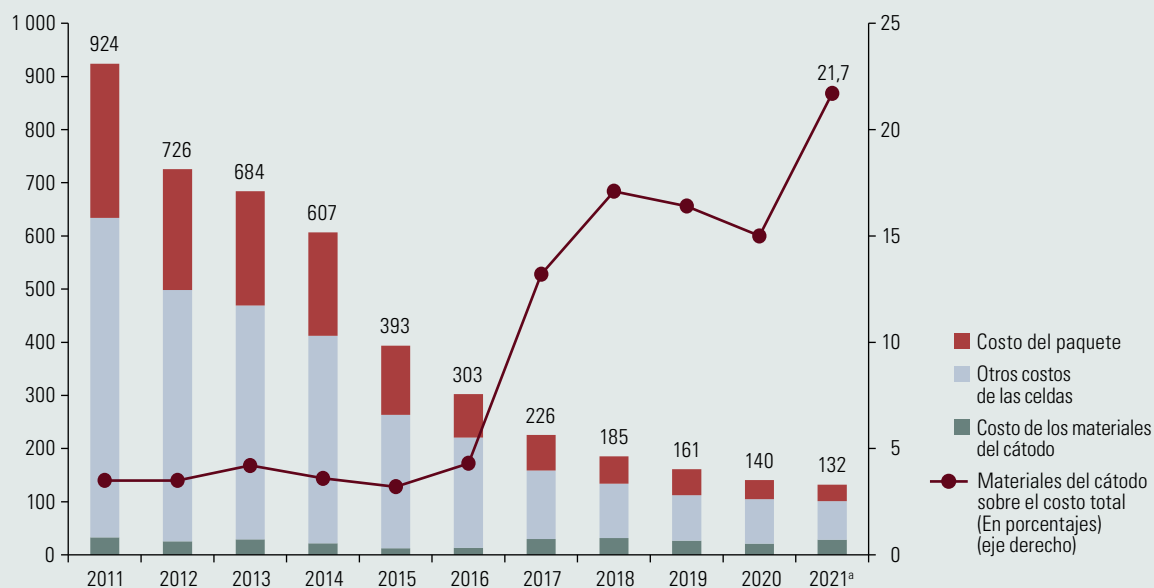
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Bloomberg.

Nota: Los índices de precios de los metales seleccionados se calculan con el precio de cierre del último día hábil del mes. El índice de precios del litio (carbonato, grado batería, 99,5%) se calcula a partir del precio promedio entre los precios de los Estados Unidos y China, mientras que los índices de precios del aluminio, el cobalto, el cobre y el níquel se calculan a partir de los precios en efectivo de estos metales en la Bolsa de Metales de Londres (BML).

■ El costo de las materias primas podría tener un gran impacto en las necesidades de financiamiento para la transición energética, ya que su participación en el costo total de las tecnologías está aumentando. Por ejemplo, los materiales catódicos de las baterías de iones de litio (que pueden combinar litio, níquel, cobalto y manganeso en distintas proporciones) representaban menos del 5% de los costos de los paquetes de baterías a mediados de la década de 2010. Con el aumento del precio del litio y otros metales para baterías registrado a principios de 2022, esta cifra ahora ronda el 20% (véase el gráfico I.8).

Gráfico I.8 Evolución del costo de las baterías de iones de litio y participación de las partes sobre el costo total, 2011-2021

(En dólares/kWh y porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), *Global EV Outlook 2022*, París, 2022.

^a Las cifras de 2021 son estimaciones.

E. El litio: un recurso crítico para los países que lideran la transición hacia la electromovilidad

- En las economías que lideran el proceso de transición energética, los crecientes requerimientos de materias primas han dado lugar a estrategias de política orientadas a asegurar su abastecimiento estable. En los últimos años, con el ascenso de China como potencia económica, con su industria manufacturera y su crecimiento en el comercio internacional, se ha puesto más foco en controlar el proceso de extracción de materias primas, considerado estratégico para tal fin. Cada país ha establecido diferentes criterios para evaluar el nivel de criticidad de las materias primas, entre los que se incluyen, por ejemplo, el grado de diversificación de las fuentes de materias primas, el nivel de dotación de recursos y reservas, y el tipo de relación bilateral que existe con los principales países productores (Lèbre y otros, 2019). A continuación, se presentan las principales iniciativas adoptadas por las regiones y los países líderes en electromovilidad a nivel mundial.

1. Unión Europea

- La Comisión Europea publica desde 2011 una lista de materias primas fundamentales, que en su primera edición incluyó 14 materiales. La lista, que se actualiza cada tres años, incluye un número cada vez mayor de minerales: 20 en 2014, 27 en 2017 y 30 en la última edición de 2020. El litio se incorporó por primera vez en esta última edición. La Unión Europea sostiene un modelo de autonomía estratégica abierta, que supone insertarse en el sistema de gobernanza económica mundial y establecer relaciones bilaterales beneficiosas para todas las partes. Los países europeos son conscientes de la dependencia de otras economías para abastecerse de estas materias primas y de que lograr la autonomía o la autosuficiencia no es posible a corto o mediano plazo.
- En directa relación con su intención de desarrollar una industria regional de vehículos eléctricos, Europa lanzó en 2017 la Alianza Europea de Baterías⁹. La iniciativa, que es especialmente relevante para el litio, busca dar apoyo a la creación de una cadena de valor de baterías de iones de litio en Europa, teniendo como premisa la sostenibilidad y competitividad. En 2020, inspirada en el modelo de la mencionada Alianza, la Comisión Europea anunció la creación de una Alianza Europea de Materias Primas¹⁰, que busca promover mayores inversiones en el abastecimiento de minerales críticos y la economía circular de las materias primas en Europa. También se destaca que, en septiembre de 2022, la presidenta de la Comisión Europea anunció una nueva propuesta legislativa, la Ley Europea de Materias Primas Fundamentales (Breton, 2020), que busca asegurar la resiliencia de la cadena de suministro de minerales como el litio y las tierras raras, disminuyendo la dependencia de China (por ejemplo, diversificando los socios comerciales, apoyando iniciativas de producción y refinado en otros países, y estableciendo metas de reciclaje en la Comunidad Europea).

2. Estados Unidos

- En los Estados Unidos se elaboró una lista de minerales críticos en 2018. Esta lista se actualizó en 2022 en virtud de la directiva de la Ley de Energía de 2020, en la que se solicitaba al Departamento del Interior que actualizara el listado cada tres años. La lista actualizada incluye 50 minerales, además del litio, 15 más que la versión de 2018. La criticidad de los materiales se evalúa mediante métodos científicos, buscando identificar vulnerabilidades y potenciales interrupciones en la cadena¹¹. La Ley de Energía definió “mineral crítico” como un mineral no combustible o material mineral esencial para la economía o la seguridad nacional, cuya cadena de abastecimiento es vulnerable a una interrupción. Señala también que se trata de insumos fundamentales para la elaboración de productos industriales.
- Las iniciativas en favor de la relocalización (*reshoring*)¹² han cobrado fuerza desde la aprobación de la Ley de Energía. En febrero de 2022, la Administración Biden firmó una orden ejecutiva (Gobierno de los Estados Unidos, 2022) para asegurar las cadenas de valor. Los incentivos

⁹ Véase [en línea] <https://www.eba250.com/>.

¹⁰ Véase [en línea] <https://erma.eu/>.

¹¹ Véanse la metodología y preguntas frecuentes en Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), “2022 list of critical minerals FAQs” [en línea] <https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/Final%20FAQs.pdf>.

¹² El proceso de relocalización (*reshoring*, también conocido como *onshoring* o *inshoring*) se refiere al traslado que hace una empresa de sus operaciones a su país de origen o cerca de la demanda de mercado, y es lo contrario de la deslocalización (*offshoring*), que se da cuando ese traslado se hace a otro país. Esta última práctica ha estado asociada a la globalización. Un concepto nuevo que se asocia con la desglobalización es el de deslocalización de proximidad (*nearshoring*), que ocurre cuando una empresa traslada sus operaciones a un país cercano al país de origen, a menudo con frontera compartida. Por su parte, el traslado a países aliados o percibidos como política y económicamente seguros o de bajo riesgo (*friendshoring* o *allyshoring*) tiene el propósito de evitar la interrupción de las cadenas de suministro. Véase Ellerbeck (2023).

alcanzarían los 3.000 millones de dólares para el abastecimiento de materias primas para baterías de iones de litio, lo que ha revigorizado la exploración minera y el avance de proyectos en el territorio estadounidense. Además, en la Ley de Reducción de la Inflación (Senado de los Estados Unidos, 2022), de agosto de 2022, se destaca el desarrollo de un mercado de vehículos eléctricos. Esta política incluye beneficios tributarios a la producción nacional y un crédito fiscal de 7.500 dólares para los compradores de nuevos vehículos eléctricos que cumplan una serie de requisitos, uno de los cuales es que la batería del vehículo tenga un porcentaje mínimo de minerales críticos extraídos o procesados en los Estados Unidos o en un país con el que los Estados Unidos tengan un acuerdo de libre comercio (el requisito es del 40% de los minerales utilizados en la batería en 2023 y aumenta de manera progresiva hasta el 80% en 2026).

3. Japón

- El Ministerio de Economía, Comercio e Industria del Japón ha manifestado en 2020 preocupación por el abastecimiento de materias primas, con especial foco en las tierras raras, un sector en el que depende mucho de China (METI, 2020). En el caso de las baterías de iones de litio, el Japón ha perdido una importante participación en el mercado, al pasar de controlar el 40% en 2015 al 20% en 2020 (METI, 2020). La dificultad en el acceso a las materias primas puede aumentar la vulnerabilidad de la industria de baterías japonesa.
- La Organización Japonesa para los Metales y la Seguridad Energética¹³ ha apoyado proyectos a nivel mundial para el desarrollo de recursos minerales. En los últimos años, ha decidido sumar a su estrategia a las empresas japonesas que participen en modelos de negocio para la construcción de obras de fundición y refinación, con la finalidad de promover algún tipo de relocalización de estas actividades. Un ejemplo de ello es la planta de hidróxido de litio en Naraha perteneciente a la empresa conjunta de Allkem y Toyota Tsusho, que tienen operaciones de producción de compuestos de litio en la Argentina.

Minerals Security Partnership

- En junio de 2022, en el marco de la feria de la Asociación de Prospectores y Desarrolladores de Canadá¹⁴ realizada en ese país, se creó la *Minerals Security Partnership* (AIE, 2022d), una iniciativa, promovida por los Estados Unidos, con la que se aspira a reforzar las cadenas de suministro de minerales críticos. Los socios de la *Minerals Security Partnership* incluyen a: Alemania, Australia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Japón, Reino Unido, República de Corea, Suecia y la Comisión Europea. Entre los socios de la alianza se destacan países que son proveedores netos de minerales, como Australia y el Canadá, y otros que podrían llegar a serlo, como Finlandia o Suecia. La *Minerals Security Partnership* prestará apoyo para catalizar la inversión de los Gobiernos y el sector privado hacia oportunidades estratégicas, a lo largo de toda la cadena de valor, que adhieran a los más altos estándares ambientales, sociales y de gobernanza.

4. China

- China ha avanzado en una fuerte integración vertical de la cadena de valor de las baterías de iones de litio, que se refleja en una creciente presencia en todos los eslabones. La participación de China en la refinación es de alrededor del 35% en el caso del níquel¹⁵ y de entre el 50% y el 70% en los del litio y el cobalto (AIE, 2021). China es también el tercer productor de litio, a partir de depósitos de roca o salmuera en el país, y ocupa el primer lugar en refinación, al procesar la mayor parte de la producción de concentrados de espodumeno proveniente de Australia (Obaya y Céspedes, 2021).
- La criticidad y seguridad del abastecimiento ha ocupado un lugar destacado en la agenda del Gobierno y se ha traducido en iniciativas concretas. El plan Hecho en China 2025, por ejemplo, promovía continuar y profundizar la expansión de la estrategia de apertura “*Opening up*” o “*Go out*” con recursos y mercados mundiales, fortaleciendo la cooperación internacional con el objetivo de mejorar la manufactura nacional. La Iniciativa de la Franja y la Ruta, lanzada en 2013, también se inscribe en el marco de estas acciones y ha impulsado buena parte de la inversión extranjera directa (IED) china con el propósito de ampliar mercados y, al mismo tiempo, asegurar el abastecimiento de insumos para la economía y la industria del país.

¹³ Es una agencia estatal japonesa establecida en Tokio en 2004 a partir de la Ley sobre la Corporación Nacional de Petróleo, Gas y Metales del Japón de 2002, cuyas actividades se centran en el acopio de petróleo y gas natural, metales y minerales, y carbón, así como en el financiamiento de estas actividades en el Japón y otros países.

¹⁴ Convención anual de la Asociación de Prospectores y Desarrolladores de Canadá, el evento minero más grande del mundo.

¹⁵ La cifra aumenta cuando se incluye la participación de empresas chinas en las operaciones de Indonesia.

F. El carácter estratégico del litio para los países de América Latina y el Caribe

- En consonancia con el carácter crítico que ha asumido para los países que lideran la transición hacia la electromovilidad, el litio ha asumido un carácter estratégico para aquellos países que cuentan con abundantes recursos, considerándose una posible plataforma para promover el desarrollo económico (Barandiarán, 2019). Los países de la región que se encuentran en este grupo han incorporado ese carácter estratégico del litio en sus marcos normativos.
- Sin embargo, como se observa en el cuadro I.1, las justificaciones y el alcance práctico de este criterio varían mucho de un país a otro. En la Argentina, esta decisión se ha limitado a la provincia de Jujuy, que creó una empresa pública con participación accionaria en las operaciones que se llevan a cabo en su territorio. En el Estado Plurinacional de Bolivia, el litio se ha declarado estratégico por motivos esencialmente económicos y el Estado controla y promueve toda la cadena de valor de baterías de iones de litio. En Chile, en cambio, la decisión se tomó hace varias décadas, justificada en el interés nuclear del litio. Ello no ha tenido implicaciones significativas en términos del control directo de las actividades para el aprovechamiento del recurso o de la cadena de valor de las baterías de iones de litio, pero esto podría cambiar con la Estrategia Nacional del Litio anunciada en abril de 2023. México, unos meses antes, declaró al mineral de utilidad pública y creó la empresa estatal Litio para México.

Cuadro I.1 América Latina (4 países): carácter estratégico del litio en los regímenes jurídicos

País	Normativa	Motivo y objetivos
Argentina (solo a nivel de dos provincias) ^a	Restringido a las provincias de Jujuy, Ley Provincial núm. 5674 de 2011, y La Rioja, Ley Provincial núm. 10.608 de 2023	La Ley Provincial de Jujuy declara al litio recurso natural estratégico, por ser considerado “generador del desarrollo socioeconómico de la provincia”. La Ley Provincial de La Rioja declara al litio recurso natural estratégico “por sus contribuciones a la transición energética y aportes al desarrollo socioeconómico de la provincia”.
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Decreto supremo núm. 29.496 de 2008	Declara “de prioridad nacional la industrialización del Salar de Uyuni para el desarrollo productivo, económico y social del Departamento de Potosí”.
	Constitución Política del Estado (art. núm. 369)	Declara de “carácter estratégico para el país” a los recursos naturales no metálicos existentes en los salares, salmueras, evaporíticos, azufres y otros.
Chile	Decreto ley núm. 2886 de 1979	Establece reserva del Estado sobre el litio, “por exigirlo el interés nacional”, y que este mineral solo está sujeto a los actos jurídicos de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, con excepción de las pertenencias constituidas o en trámite de constituirse.
	Comisión Nacional del Litio (2014)	Reafirma el “carácter estratégico del litio”, ampliándolo a otras industrias, especialmente la energética.
	Ministerio de Minería ante la Comisión de Minería y Energía del Senado (2022); Estrategia Nacional del Litio (2023)	Presenta una política pública para el desarrollo del litio, uno de cuyos ejes es la creación de una Empresa Nacional del Litio (ENL); se afirma que el litio es un material estratégico para la transición energética y que es necesario que el país tenga control del recurso a través de una empresa estatal que participe tanto de la exploración y explotación como de la industrialización del litio. La empresa se conformaría como una asociación público-privada en la que el Estado sería el socio mayoritario. Esta política dio lugar al lanzamiento de la Estrategia Nacional del Litio en abril de 2023 ^b .
México	Reforma a la Ley Minera (2022)	Establece que “se declara de utilidad pública el litio, por lo que no se otorgarán concesiones, licencias, contratos, permisos o autorizaciones en la materia”. Además, se dice que el litio es estratégico y que su exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento estarán a cargo del organismo descentralizado que determine el Ejecutivo Federal. En agosto de 2022 se creó Litio para México (con el acrónimo LitioMx), con el objeto de explorar, explotar, beneficiar y aprovechar el litio ubicado en territorio nacional, así como administrar y controlar las cadenas de valor económico de dicho mineral.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos oficiales.

^a En la provincia de La Rioja, a inicios de 2023, se promulgó la Ley núm. 10.608 que en el primer artículo declara al litio y sus derivados como “recursos naturales estratégicos por sus contribuciones a la transición energética y aportes al desarrollo socioeconómico de la provincia”. El texto también declara a este mineral de “interés público provincial” y suspende por 120 días los permisos de exploración y las concesiones. Además, la norma posibilita la detección de “zonas de interés” en donde quedan caducos los permisos mineros y aclara que en el desarrollo del litio “tendrán fundamental preponderancia las empresas del Estado”.

^b Véase la Estrategia Nacional del Litio [en línea] <https://www.gob.cl/litio/chile/>.

II. América Latina es un actor mundial privilegiado en torno al litio, con una gran especialización en los procesos de extracción del recurso y la producción de compuestos de litio

A. Recursos, reservas y producción de litio

- Por su elevado nivel de recursos de litio, América Latina y el Caribe tiene un gran potencial para convertirse en un actor clave en la industria mundial de este recurso. Sin embargo, su desempeño actual se encuentra muy por debajo de ese potencial, como se refleja en el volumen relativamente pequeño de producción de materias primas y compuestos de litio y el elevado nivel de concentración geográfica de dicha producción en Chile y la Argentina. Las dificultades de la región para acompañar el acelerado crecimiento de la demanda de litio se explican por una combinación de factores, entre los que se destacan los de naturaleza técnica. En el caso de los recursos en salares, el desarrollo de proyectos debe adaptarse a las características químicas de la salmuera y del ambiente del territorio donde se encuentran. En el caso de otros tipos de recursos, como las arcillas mexicanas, los procesos de producción aún se encuentran en etapa de desarrollo y no han alcanzado escala industrial.
- Existen tres grandes tipos de yacimientos económicos de litio¹⁶: i) depósitos de salmuera en salares; ii) depósitos de pegmatitas, incluida particularmente la familia de pegmatitas graníticas de litio-cesio-tantalio (LCT) y las rocas metasomáticas asociadas, y iii) depósitos de arcilla volcánica. América Latina cuenta con depósitos de litio de los tres tipos mencionados, aunque los de mayor importancia, por el volumen de recursos identificados, son los del tipo salmuera en salares.
- El área que se extiende a través del suroeste de Bolivia (Estado Plurinacional de) y el norte de la Argentina y Chile (los Andes centrales de América del Sur) muestra una geografía caracterizada por numerosas cuencas endorreicas desarrolladas en un ambiente que tiene una altura media de unos 4.000 metros sobre el nivel del mar. Esta región se conoce comúnmente como “triángulo del litio”¹⁷. Los depósitos en pegmatitas pueden encontrarse en la Argentina, el Brasil, México y el Perú, pero solo en el Brasil son objeto de aprovechamiento en la actualidad, mientras que en la Argentina hay antecedentes de explotación en el siglo pasado. En cuanto al tercer tipo —arcillas enriquecidas de litio—, hay depósitos en etapas de exploración avanzada en México y el Perú, pero todavía no existen proyectos en etapa productiva.
- En materia de recursos identificados, los países del triángulo del litio cuentan con el 56% del total mundial (véase el gráfico II.1). Al considerar el resto de los países de América Latina mencionados, la región alcanza casi el 60% de los recursos.
- A la hora de considerar las reservas minerales, es decir, la porción de los recursos identificados que puede extraerse de manera económica con la tecnología disponible, el panorama cambia considerablemente para algunos países de la región. Esto se explica por el hecho de que para el cálculo de reservas se tienen en cuenta muchos aspectos relacionados con factores económicos, las condiciones del mercado y el financiamiento, así como con la ingeniería y el método de extracción a utilizar, y las condiciones legales, ambientales y sociales. Es decir que se toman en consideración factores que condicionan la factibilidad de aprovechar el recurso, más allá del conocimiento geológico que se tiene sobre el depósito.
- Al respecto, la región mantiene una participación importante que alcanza un 52% de las reservas mundiales (véase el gráfico II.2). Sin embargo, al analizar los países de manera individual, se observa un desequilibrio significativo, ya que Chile explica por sí solo un 41% de las reservas mundiales y la Argentina casi un 10%. El resto de los países con estimaciones de recursos, como Bolivia (Estado Plurinacional de), México y el Perú, no cuentan con estimaciones de reservas¹⁸.

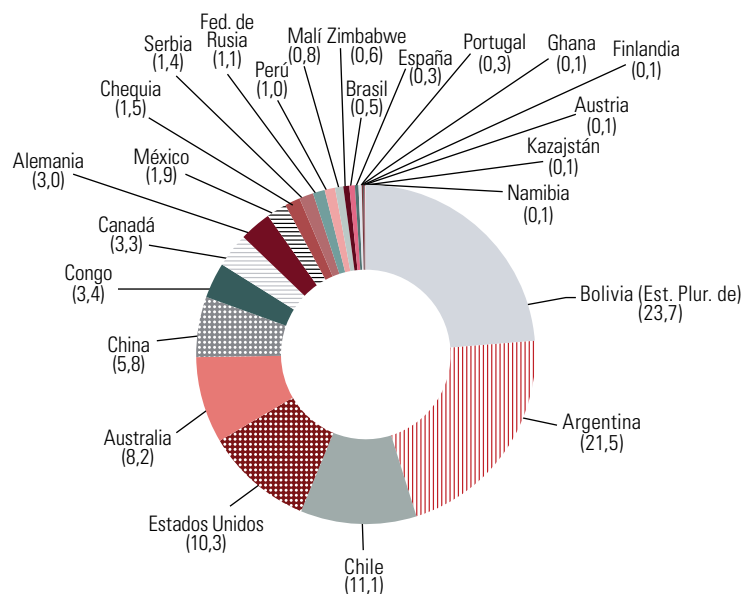
¹⁶ En menor medida, el litio se encuentra en aguas residuales de pozos petrolíferos, en campos geotermales y en depósitos de jadarita, un silicato de boro y litio recientemente descubierto, perteneciente al grupo de las zeolitas.

¹⁷ Estos sistemas de salmueras ricas en litio se caracterizan, entre otras cosas, por su clima árido con bajas precipitaciones y muy alta tasa de evaporación, la existencia de una cuenca cerrada que contiene un lago salado o un salar en la zona central y que constituye el nivel de base local para las aguas subterráneas y superficiales, la existencia de uno o más acuíferos adecuados para almacenar la salmuera y tiempo suficiente para concentrar la salmuera (Bradley y otros, 2016).

¹⁸ El caso del Estado Plurinacional de Bolivia puede explicarse porque la estrategia estatal de explotación del recurso se ha basado en el financiamiento autónomo otorgado por el Banco Central de Bolivia. Esto ha permitido que el país no haya necesitado, por el momento, otra fuente de financiamiento, pero, al mismo tiempo, también ha limitado la posibilidad de avanzar con un paso más firme y constante con las inversiones necesarias para explorar y explotar el salar (Obaya y Pascuini, 2020). Este paso podría acelerarse con el reciente convenio firmado entre la estatal Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) y el consorcio chino CBC para producir litio a través de dos plantas con la tecnología de extracción directa de litio (véanse más detalles en el capítulo III).

Gráfico II.1 Participación mundial en recursos de litio, por país, 2021

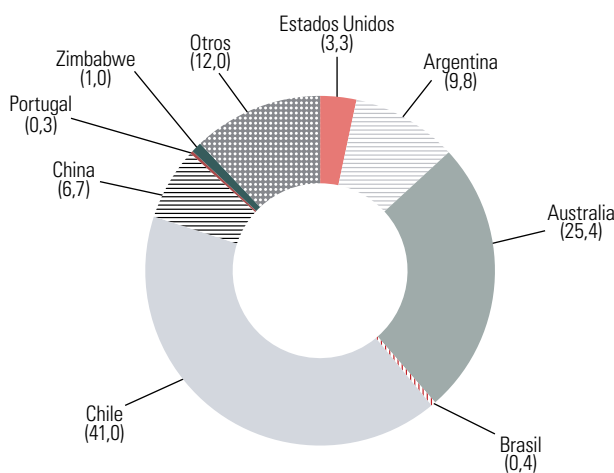
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

Gráfico II.2 Participación mundial en reservas de litio, por país, 2021

(En porcentajes)

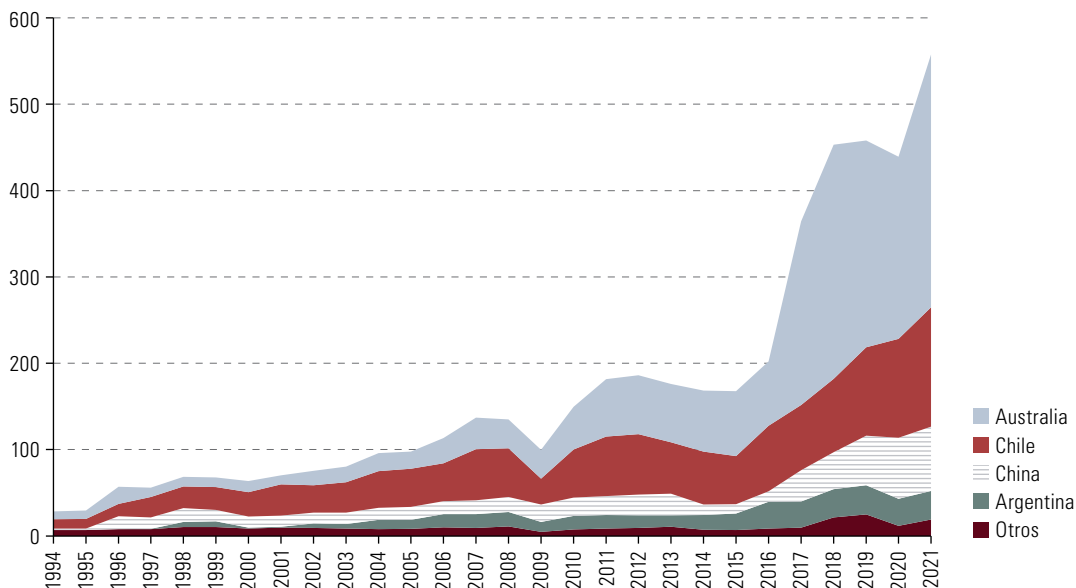


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), *Mineral Commodity Summaries 2021*, Reston, 2022.

- La producción de litio se concentra en cuatro países —Australia, Chile, China y Argentina—, a los que, en 2021, correspondió más del 96% de la producción mundial (véase el gráfico II.3). Australia tiene más del 52% de la producción en mina. La marcada concentración geográfica de la producción de litio es uno de los motivos que ha llevado a los principales países productores de baterías de iones de litio a incluir este insumo en una lista de materiales críticos.
- La participación relativa de cada país ha cambiado a través de los años. Durante la década de 2000, Chile tuvo una participación promedio del 40% en la producción mundial, mientras que la de Australia se mantuvo en torno al 23%. En esa década aparecieron China y la Argentina, cuyas participaciones, en promedio, se ubicaron en torno al 15% y el 9%, respectivamente. En la década de 2010, el liderazgo cambió y la participación de Chile cayó al 31%, mientras que la de Australia aumentó al 44%. Entre 2015 y 2021, cuando comienza a registrarse un marcado aumento de la demanda —y, consecuentemente, de los precios—, la brecha entre los dos países se amplió y en 2018 los máximos alcanzados fueron del 60,2% para Australia y del 19% para Chile.

Gráfico II.3 Evolución de la producción mundial de litio, 1994-2021

(En miles de toneladas de carbonato de litio equivalente)

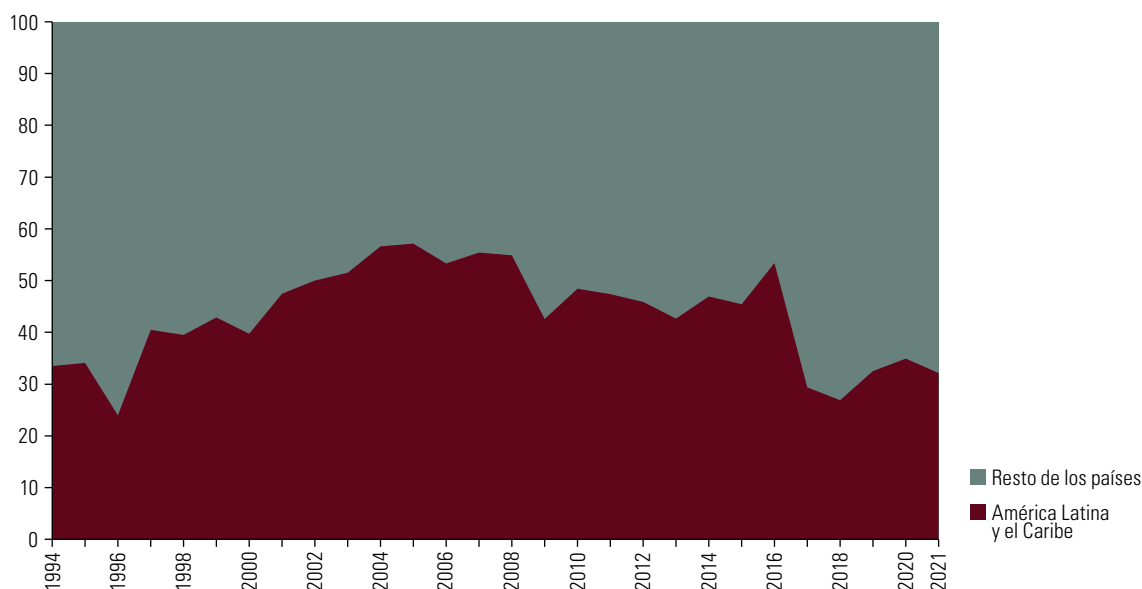


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

- En la región, la tendencia ha estado marcada por el desempeño de la Argentina y Chile. Entre 2000 y 2008, la participación regional en la producción mundial de litio fue superior al 50%, con un máximo del 57% en 2005 (véase el gráfico II.4). En 2016, América Latina y el Caribe volvió a contribuir con más de la mitad de la producción mundial, en parte sustentado por el incremento registrado en la Argentina tras la puesta en marcha de Salar de Olaroz, la segunda operación en el país. No obstante, esta situación no perduró, dado que en 2017 se dio el mayor aumento en la capacidad de Australia.

Gráfico II.4 América Latina y el Caribe: variación de la participación en la producción mundial de litio, 1994-2021

(En porcentajes)

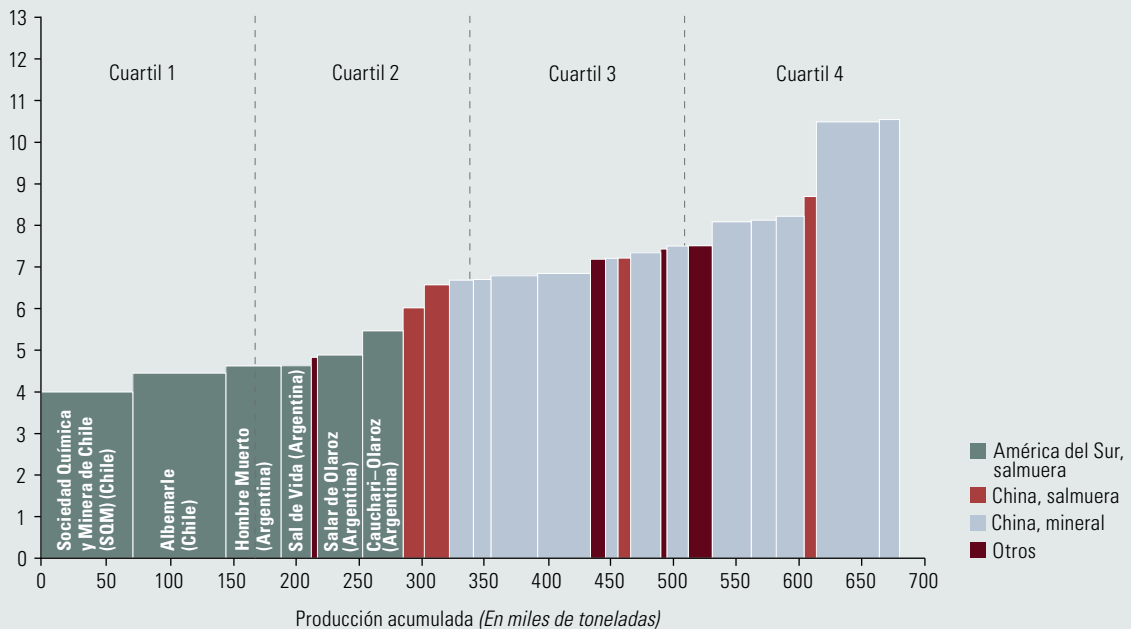


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

- Las dificultades que han tenido los países sudamericanos con yacimientos en salmueras para responder con rapidez a la mayor demanda de litio se explican, en gran medida, por la complejidad de la composición química de los salares. Los tiempos de desarrollo de las operaciones en salares son más extensos que los que necesita el mineral de roca. Cada uno de los salares es distinto en lo que respecta a concentraciones de litio e impurezas. Por impurezas se entiende el resto de los elementos y compuestos que se encuentran disueltos en la salmuera y que hacen más complejos los sistemas de salares¹⁹. En consecuencia, los procesos de extracción deben diseñarse y ajustarse de manera particular para cada uno de los diferentes salares.
- Por otra parte, existen distintos parámetros que afectan la viabilidad del aprovechamiento económico de las salmueras. Algunos se relacionan con factores naturales, como la tasa de evaporación en la zona del salar, las condiciones climáticas, la hidrogeología de las cuencas y la permeabilidad de las diferentes capas del subsuelo, mientras que otros se vinculan con factores externos, como la disponibilidad de infraestructura y su acceso (electricidad, gas y agua dulce para uso industrial). Los salares que tienden a ser más competitivos —es decir, a operar con menores costos operativos— son los que tienen altas tasas de concentración de litio y de evaporación, a la vez que contienen bajos niveles de magnesio-litio y sulfato-litio. Esto se da en mayor medida en los proyectos en desarrollo de Chile y en varios de la Argentina (véase el gráfico II.5).

Gráfico II.5 Curva de costos del carbonato de litio proyectada a 2025

(En miles de dólares/toneladas de carbonato de litio equivalente (términos reales de 2020))



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, "Cambios en la demanda de minerales: análisis de los mercados del cobre y el litio, y sus implicaciones para los países de la región andina", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/89), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

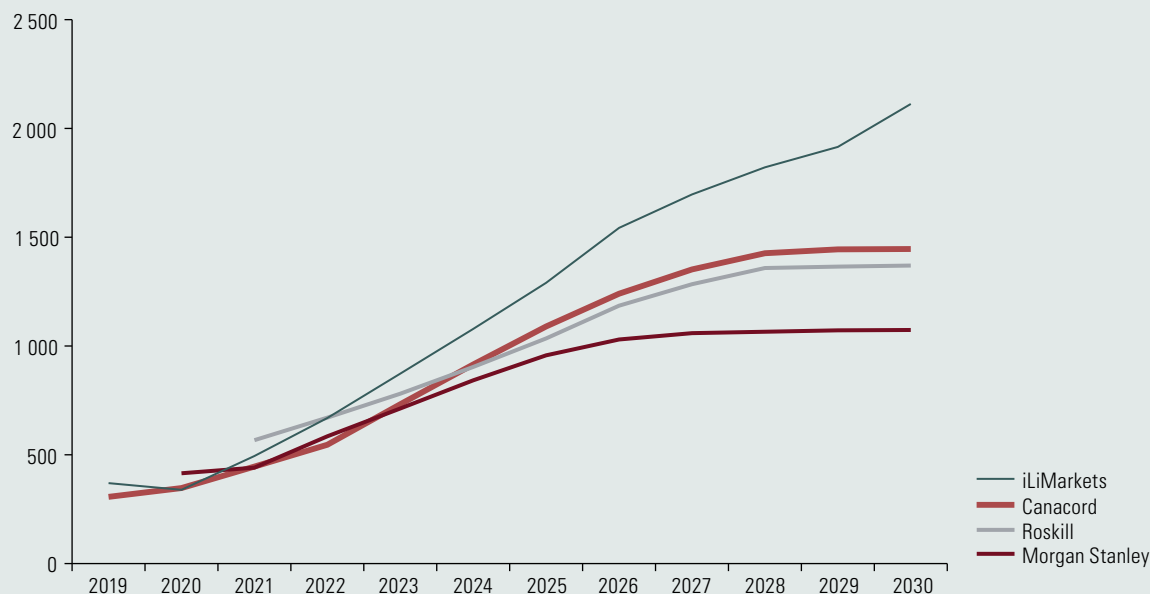
B. La producción de litio a nivel mundial: operaciones y proyectos

- En 2021, la oferta mundial de litio alcanzó niveles en torno a las 500.000 toneladas de carbonato de litio equivalente. Los pronósticos sobre la evolución del mercado en los próximos años muestran una gran dispersión (véase el gráfico II.6). Sin embargo, sobre la base de las carteras de proyectos y los recientes anuncios, hay consenso respecto de que los cuatro principales países productores —Australia, Chile, China y Argentina— tendrán incrementos absolutos en su capacidad de producción en los próximos años. En términos relativos, sin embargo, es probable que su importancia decaiga. Esto se explica por la creciente contribución de países que en la actualidad no cuentan con una producción particularmente importante de litio, como el Canadá, los Estados Unidos y Zimbabwe, que elevarían su producción de manera considerable por sobre los niveles actuales.

¹⁹ Las impurezas (elementos o compuestos químicos distintos al litio) más importantes son el magnesio, el sulfato, el calcio, el sodio y el potasio.

Gráfico II.6 Proyecciones de la oferta mundial de litio, 2019-2030

(En miles de toneladas de carbonato de litio equivalente)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de D. Jiménez y M. Sáez, "Agregación de valor en la producción de compuestos de litio en la región del triángulo del litio", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/87), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

- Si bien la región ofrece un panorama prometedor en términos de proyectos, su participación podría caer en términos relativos. Mientras que en 2021 un 37% del litio consumido a nivel mundial provino de América Latina, se espera que esta cifra se ubique en un 32% hacia 2030.
- La concreción de los proyectos en desarrollo redundaría en un aumento significativo de la capacidad productiva de la región. Sin embargo, se verifica un alto grado de heterogeneidad en el avance y estado de cada uno de estos proyectos (véase el anexo 1). La Argentina es el país que cuenta con más proyectos en desarrollo. Esto se debe, como se explica en el capítulo III, a que tiene un marco normativo abierto a la inversión privada internacional. Sus vecinos del triángulo del litio, al igual que México, tienen regímenes jurídicos que asignan al litio un carácter estratégico e imponen restricciones a la inversión privada. En el caso de Chile, la contribución a este panorama está dada por las ampliaciones de los dos proyectos en operación en el salar de Atacama, dado que la explotación de otros yacimientos está sujeta a contratos administrativos o contratos especiales de operación que el Estado todavía no ha usado.
- En la Argentina se encuentra en curso la ampliación de dos explotaciones que ya están operativas (Minera del Altiplano y Sales de Jujuy), la construcción de 6 proyectos nuevos, 2 proyectos que han superado la fase de análisis de factibilidad, 3 en etapa de prefactibilidad, 5 con evaluación económica preliminar y 20 en fase de exploración avanzada (Secretaría de Minería, 2021). Una particularidad que se vivió en este país en los últimos años es la gran cantidad de fusiones y adquisiciones, que incluyeron nuevos actores en la industria del litio²⁰.
- En el Estado Plurinacional de Bolivia, el proyecto más avanzado para producir compuestos de litio está liderado por la empresa estatal Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), en el Salar de Uyuni. Dicho proyecto cuenta con una planta piloto, mientras que se encuentra en marcha la construcción de una planta industrial con una capacidad de producción anual de 15.000 toneladas de carbonato de litio equivalente. En 2021, YLB realizó la convocatoria internacional de extracción directa de litio para los salares de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes.

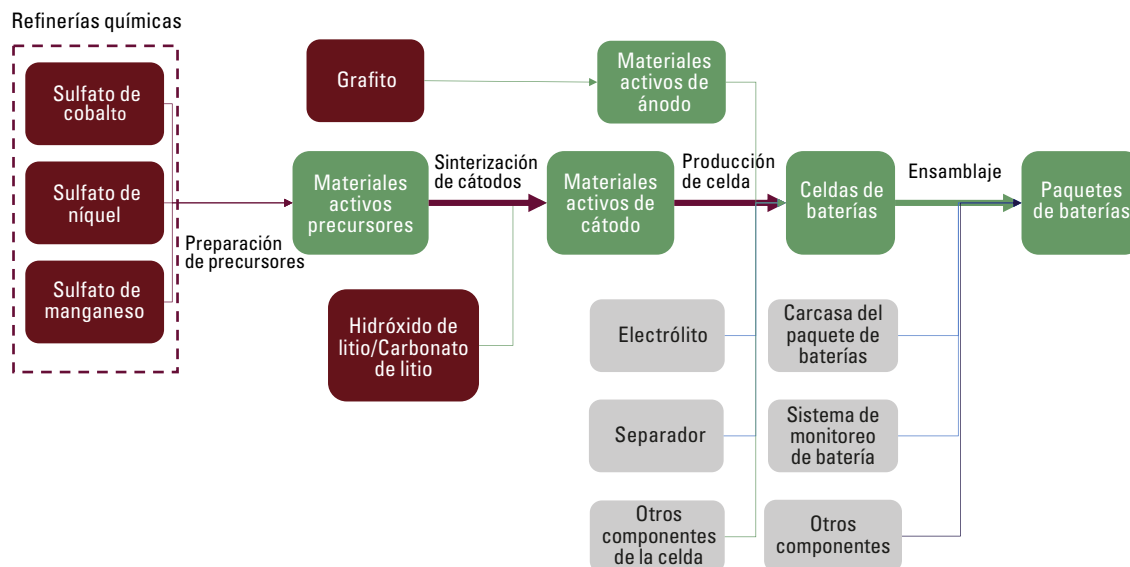
²⁰ Por ejemplo, la francesa Eramet llegó a un acuerdo con la siderúrgica china Tsingshan, que financiará la construcción del proyecto Centenario-Ratones a cambio del 49,9% de participación. La fusión de las australianas Orocobre Ltd. y Galaxy Resources Ltd., dos empresas con experiencia en la producción primaria, dio origen a Alkem Ltd., que se convirtió en la quinta mayor empresa mundial de productos químicos de litio. Por otra parte, el grupo multinacional chino Zijin Mining Group Ltd. adquirió la canadiense Neo Lithium del proyecto Tres Quebradas y anunció el comienzo de la construcción.

- En Chile se destacan dos grandes operaciones en el Salar de Atacama con las plantas de Salar del Carmen (operada por Sociedad Química y Minera de Chile (SQM)) y La Negra (operada por Albemarle). A partir de las expansiones previstas, en conjunto duplicarían su producción desde 2025. Por su parte, el Gobierno ha establecido una Empresa Nacional del Litio (ENL) como parte de su política de desarrollo de la minería del litio, que lideraría la exploración y explotación de proyectos de litio con participación privada, pero con control estatal, lo que en un futuro próximo podría ampliar la cartera de proyectos en operación y la producción de Chile.
- El Brasil cuenta con la operación de Mibra (a cargo de AMG Lithium), con una capacidad de producción de unas 5.000 toneladas de carbonato de litio equivalente y con una ampliación en marcha para llegar a las 13.500 toneladas de carbonato de litio equivalente. De igual forma, se espera que hacia mediados de esta década entre en operación el proyecto Grota do Cirilo (Sigma Lithium), que tendría una capacidad superior a las 25.000 toneladas de carbonato de litio equivalente. Gracias a estas dos operaciones y a otros proyectos relativamente menores, el Brasil se convertirá en un productor de litio a gran escala en los próximos años.
- México cuenta con el proyecto de Sonora (actualmente de la china Ganfeng Lithium), basado en un depósito de litio en arcillas enriquecidas, ubicado en el estado homónimo. Actualmente se encuentra en etapa de construcción y se proyecta que aportaría alrededor de 35.000 toneladas por año de litio grado de batería hacia mediados de la década²¹. Por otra parte, el Gobierno mexicano creó recientemente Litio para México (LitioMx), una empresa estatal que tiene por objeto la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento del litio ubicado en territorio nacional, así como la administración y control de las cadenas de valor económico de dicho mineral.
- Fuera de América Latina y el Caribe se identifica un gran número de proyectos en desarrollo (véase el anexo 2). Australia, el mayor productor del mundo, tiene solo un proyecto en estado avanzado para el que ya se realizó el estudio de factibilidad. En el resto de los casos, las iniciativas son más heterogéneas, tanto con relación al tipo de depósito, como a su grado de avance. Por tratarse sobre todo de proyectos basados en recursos “no tradicionales”, aumenta notablemente el grado de incertidumbre sobre su factibilidad económica. En estos casos, el litio se encuentra en menores niveles de concentración y en ocasiones es necesario desarrollar nuevos procesos tecnoproductivos, como en los casos de las arcillas, la jadarita o las salmueras hidrocarburíferas.

C. La cadena de valor de las baterías de iones de litio

- La división del trabajo en la cadena de valor de las baterías de iones de litio tiene una estructura bipolar. Un conjunto relativamente reducido de países, entre los que se encuentran los de América Latina y el Caribe, se especializa en la producción de materias primas, mientras que otro, liderado por China, se dedica mayormente a las actividades aguas abajo en la cadena de valor. La producción en el segmento de manufactura de celdas de baterías de iones de litio se encuentra en un proceso de acelerada expansión, bajo el dominio de un conjunto reducido de empresas. Se estima que solo siete empresas de origen asiático explican alrededor de las tres cuartas partes de la capacidad de producción actual.
- La cadena de valor de las baterías de iones de litio se puede descomponer en cinco partes principales: i) extracción y procesamiento de litio, ii) preparación de precursores, iii) proceso de sinterización de cátodo, iv) fabricación de celdas y v) montaje de paquetes de baterías (Jones, Acuña y Rodríguez, 2021a) (véase el diagrama II.1). En términos generales, la división del trabajo en la cadena está bien diferenciada: por una parte, se encuentra un grupo de países productores de litio y compuestos de litio (entre los que están la Argentina y Chile), y, por la otra, hay un grupo de países, localizados principalmente en Asia, que se han especializado en actividades de producción de precursores, celdas y baterías de iones de litio. China es el único país que tiene una posición de liderazgo a lo largo de la cadena de valor en los distintos segmentos, con la excepción de la producción de litio, donde es el tercer productor mundial y no llega a abastecer su demanda interna.

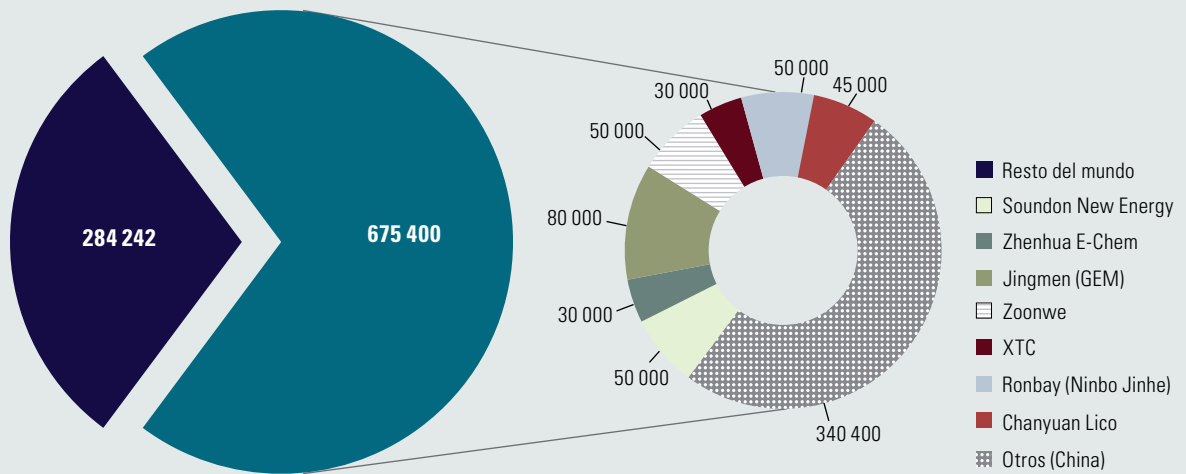
²¹ La extracción de litio en arcilla exige innovaciones tecnoproductivas de carácter incipiente en el mundo. Además de México, también hay depósitos similares en los Estados Unidos (Nevada) que tampoco operan a escala industrial, pero están en construcción: los proyectos Tonopah Lithium Claims de Lithiums y Tracker Pass de Lithium Americas, cuyos principales accionistas son la automotriz General Motors y la china Ganfeng Lithium.

Diagrama II.1 Cadena de valor de las baterías de iones de litio

Fuente: B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, "Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

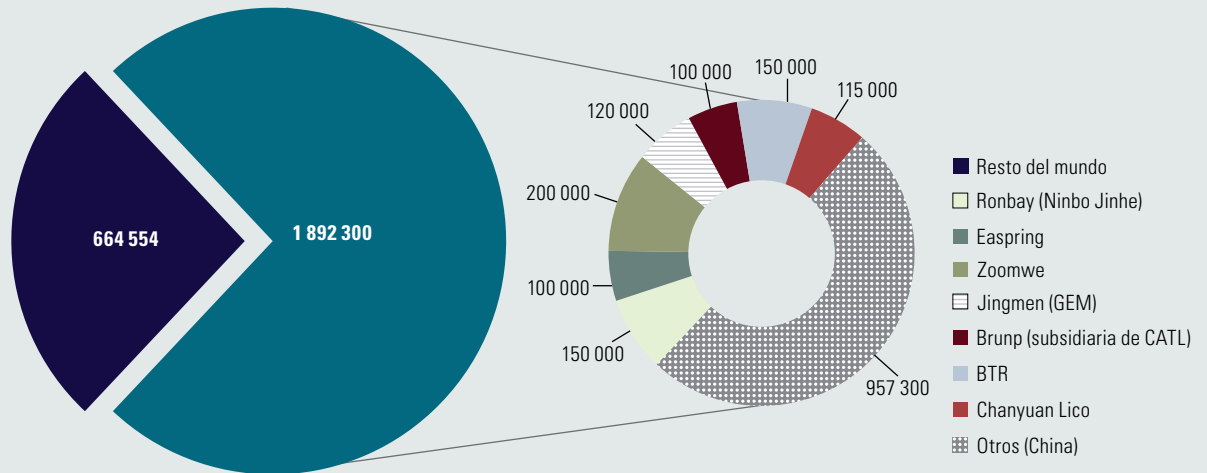
- Los países de América del Sur están especializados en las actividades de extracción y procesamiento de litio para la producción de compuestos. En Chile, Albemarle produce carbonato de litio de grado técnico y de grado batería, así como cloruro de litio, mientras que SQM produce carbonato de litio de grado técnico y de grado batería, e hidróxido de litio. En la Argentina, la producción de Livent se centra en carbonato de litio grado técnico y cloruro de litio. Por su parte, Allkem Ltd. produce carbonato de litio, tanto de grado técnico como de grado batería. En el Brasil, AMG Lithium produce concentrado de espodumeno. En Australia, país que se concentra solo en la extracción y producción de concentrado de espodumeno (que posteriormente se refina en China), se produjo por primera vez hidróxido de litio de alta pureza en la planta de Kwinana, vinculada a la operación Greenbushes, de donde es originario el espodumeno utilizado (IGO Limited, 2021).
- La preparación de precursores antes de la fabricación de los electrodos y el ensamblaje de las celdas es un paso muy importante porque los materiales de las baterías deben tener un alto grado de pureza. China ha desarrollado una posición de liderazgo en este sector —que se extiende a los minerales de níquel y cobalto—, a pesar de contar con una dotación geológica relativamente limitada.
- La producción total de cátodos en 2019 fue de 960.000 toneladas (Jones, Acuña y Rodríguez, 2021a). China concentra los operadores más grandes y el 70,4% de la producción mundial (véase el gráfico II.7). Solo Sumitomo Metal Mining (SMM), que tiene su sede en Tokio y produce principalmente baterías de níquel-hidruro metálico (NiMH), se ubica entre los mayores productores por fuera de China. Además, es un mercado extremadamente numeroso, con 37 de las 57 plantas operativas en el mundo.
- En una proyección a 2025, Jones, Acuña y Rodríguez (2021a) estiman que la concentración podría ser aún mayor y que China podría alcanzar el 74% de la capacidad mundial (véase el gráfico II.8).

Gráfico II.7 China: participación de mercado en la producción de cátodos frente al resto del mundo, 2019
(En toneladas)



Fuente: B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, "Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

Gráfico II.8 China: participación de mercado en la producción de cátodos frente al resto del mundo, 2025
(En toneladas)

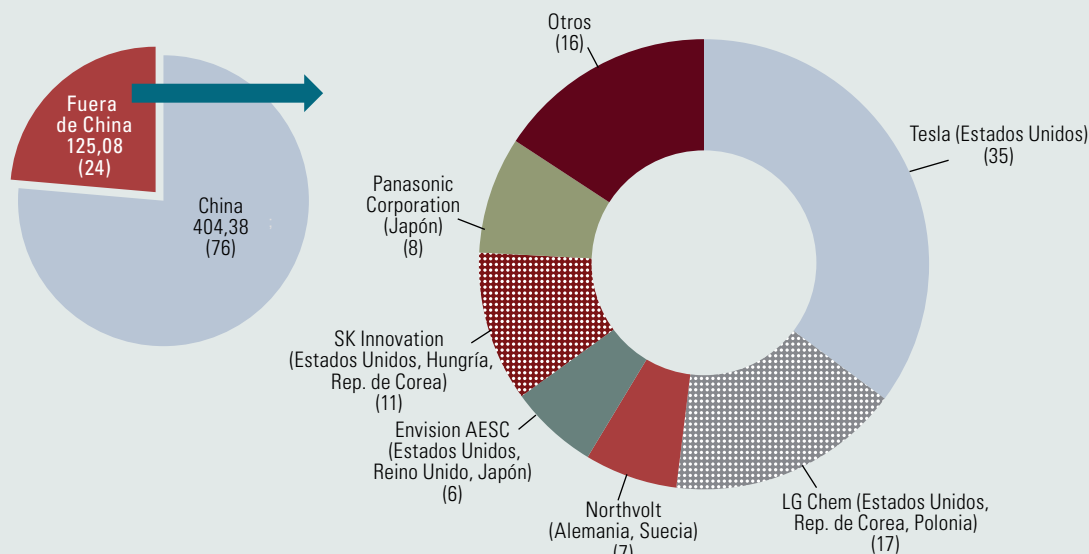


Fuente: B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, "Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

- La capacidad de fabricación de celdas ha crecido mucho en respuesta al aumento de la demanda del sector de los vehículos eléctricos, tanto en términos de inversión como de tamaño de las gigafactorías. En 2015, Jones, Acuña y Rodríguez (2021a) identificaban 33 fábricas en la base de datos de gigafactorías de la consultora CRU Consulting con un tamaño promedio de 1,8 GWh, mientras que en 2020 se monitorean 77 instalaciones activas, con una capacidad media de 6 GWh. Para 2026, se espera que estas cifras aumenten a 107 GWh y 13,8 GWh, respectivamente. Hasta la fecha, la capacidad de fabricación de celdas sigue estando ampliamente dominada por China, con el 76% de la capacidad mundial en 2020, estimada en 529 GWh (véase el gráfico II.9). La capacidad fuera de China es de 125 GWh, dominada por un pequeño número de fabricantes de celdas en el Japón y la República de Corea, así como por Tesla de los Estados Unidos (Jones, Acuña y Rodríguez, 2021a).

Gráfico II.9 Desglose de la capacidad mundial de las gigafactorías y desglose fuera de China, 2020

(En GWh y porcentajes)

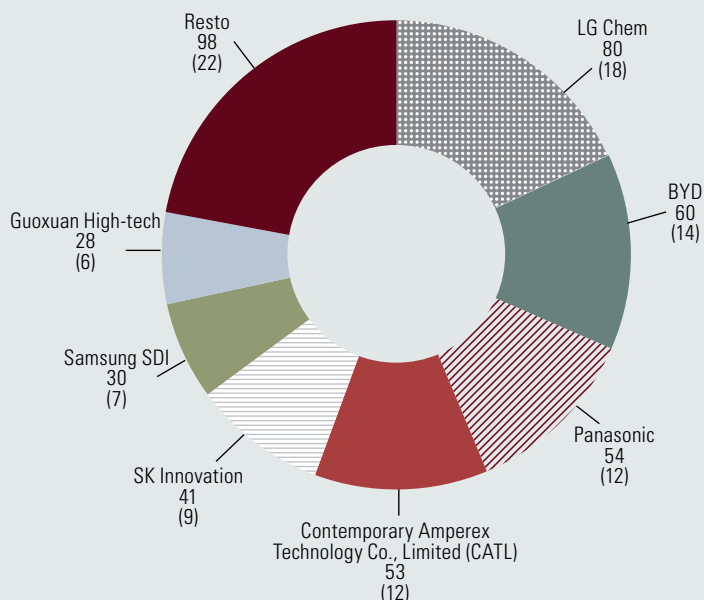


Fuente: B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, "Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

- De acuerdo con un análisis de CIC EnergiGUNE (Gisbert y Careaga, 2021), sobre la base de información del líder mundial en tecnología ABB, hacia 2020, más del 75% de la capacidad de producción de celdas de batería se encontraba distribuida entre siete grandes empresas (véase el gráfico II.10). El capital de estas siete empresas se distribuye entre la República de Corea (LG Chem, Samsung SDI y SK Innovation), China (BYD, Contemporary Amperex Technology Co., Limited (CATL), Guoxuan High-tech) y el Japón (Panasonic). Por su capacidad tecnológica, de innovación y capital, estas empresas lideran el desarrollo de la industria de celdas, al tiempo que traccionan un ecosistema de empresas vinculadas en sus respectivos países que abastecen insumos y tecnología.

Gráfico II.10 Concentración por empresa del mercado de celdas hacia 2020

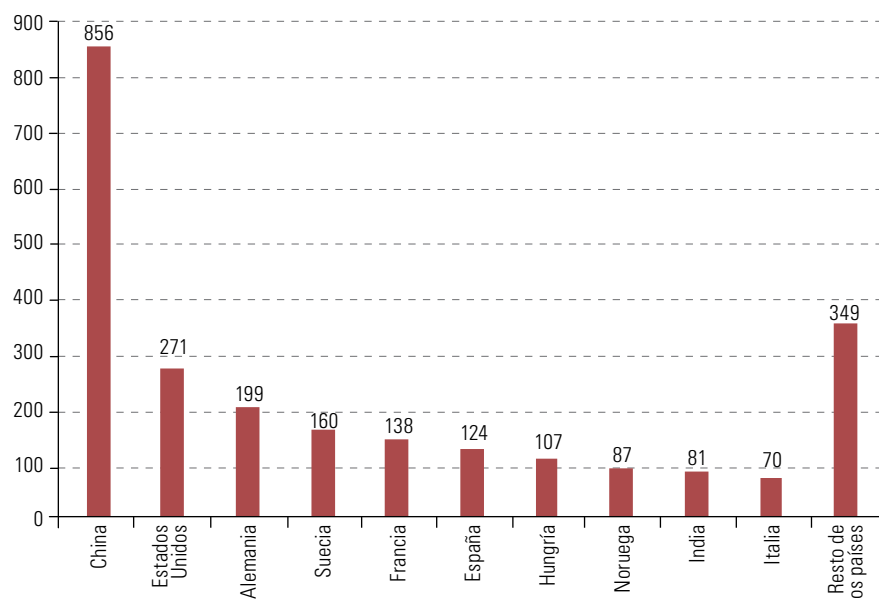
(En GWh y porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de N. Gisbert e I. Careaga, "¿Quiénes son las grandes empresas en la carrera de las gigafactorías?", Álava, CIC EnergiGUNE, 2021 [en línea] <https://cicenergigune.com/es/blog/grandes-empresas-carrera-gigafactorias>.

- Al mismo tiempo, las empresas mencionadas establecen acuerdos para abastecer el mercado de vehículos eléctricos. Por ejemplo, LG Chem ha establecido metas de provisión de celdas para productores como General Motors y Volkswagen. Tesla posee una alianza estratégica con Panasonic, su principal proveedor, pero, a su vez, ha establecido alianzas con LG Chem y Samsung, de la República de Corea, así como con la china Contemporary Amperex Technology Co., Limited (CATL), para el desarrollo de la gigafactoría de Shanghái. El grupo de empresas de tecnología china BYD —que reúne negocios de vehículos de carretera para pasajeros y de carga, baterías, energías renovables, electrónica y transporte ferroviario— tiene una alianza con la automotriz Toyota y es uno de sus principales proveedores.
- De acuerdo con distintas fuentes de prensa y anuncios recientes de instalación de nuevas plantas, las proyecciones estiman un crecimiento exponencial de la capacidad mundial de producción de celdas. Según un relevamiento realizado de manera dinámica por CIC EnergiGUNE a partir de los diferentes anuncios y publicado originalmente en octubre de 2021, China concentraba más del 34% de la capacidad anunciada, seguida por los Estados Unidos con el 11% y Alemania con el 8% (véase el gráfico II.11) (CIC EnergiGUNE, 2021).

Gráfico II.11 Capacidad anunciada acumulada por país, 2021
(En GWh)

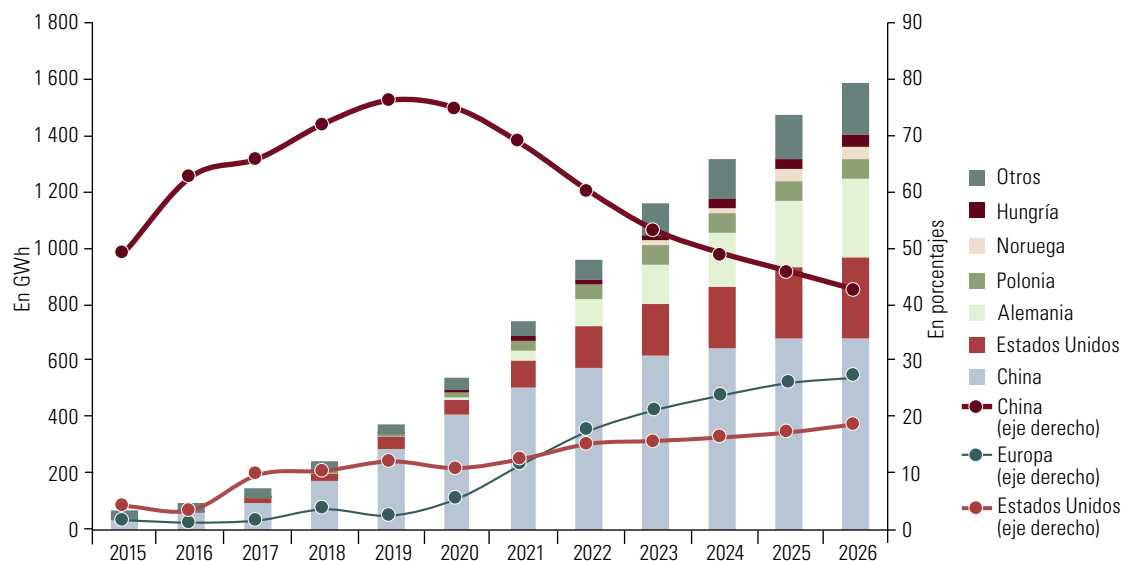


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CIC EnergiGUNE, “Mapa mundial de gigafactorías”, Álava, 2021 [en línea] <https://cicenergigune.com/es/blog/mapa-mundial-gigafactorias>.

- Cabe destacar que existe un elevado grado de incertidumbre sobre la fecha efectiva de concreción de las inversiones, lo que, en gran medida, dependerá de las capacidades financieras para llevarlas a cabo. Por otra parte, al analizar los anuncios se observa que no todas las empresas poseen una trayectoria con antecedentes en el mercado y que, por esta razón, se puede prever que serán las empresas líderes en la actualidad las que concentrarán la mayoría de las inversiones en ampliaciones de capacidad. Aun con la perspectiva de plantas de producción en el territorio europeo, una proyección a 2026 realizada por Jones, Acuña y Rodríguez (2021a) muestra que casi el 50% de la capacidad permanecería en China (véase el gráfico II.12).

Gráfico II.12 Capacidad de fabricación de celdas de baterías por país y participación de mercado regional, 2015-2026

(En GWh y porcentajes)



Fuente: B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, "Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

D. Oportunidades y desafíos en torno a la explotación de litio y la agregación de valor para los países de América Latina y el Caribe

- La transición energética y, en particular, la expansión de la electromovilidad y de las energías renovables presentan oportunidades y desafíos para los países ricos en recursos de litio. Las oportunidades tienen origen, principalmente, en la creciente demanda que, como se ha visto, se espera que se multiplique varias veces en las próximas décadas. Las posibilidades más inmediatas son las que se originan en las actividades de extracción y refinamiento del litio: crecimiento de las exportaciones, generación de empleo, incremento de la recaudación fiscal y creación de eslabonamientos productivos. También existen posibilidades vinculadas a la creación de capacidades intensivas en conocimiento que puedan generarse a partir del aprovechamiento del recurso y promuevan un proceso de cambio estructural.
- Los mayores desafíos se relacionan con las iniciativas orientadas a procesar localmente el litio para la producción de celdas de baterías de iones de litio o sus componentes. Las actividades de producción en los segmentos aguas abajo de la cadena de valor presentan barreras de entrada, fundamentalmente ligadas a la necesidad de contar con un financiamiento elevado, a las dificultades para acceder a otras materias críticas y a los complejos requerimientos en términos de competencias tecnológicas. Asimismo, la instalación de una industria de celdas de baterías de iones de litio está íntimamente ligada a las perspectivas de desarrollo de una industria de electromovilidad de gran escala en una región geográfica cercana. También existen desafíos de otra naturaleza, que se vinculan con las crecientes demandas de sostenibilidad social y ambiental en la minería de litio, que redundan en estándares cada vez más exigentes por parte de los mercados de consumo de materias primas.

1. Oportunidades para los países ricos en recursos de litio: volumen de producción y capacidades tecnológicas y productivas

- La expansión de la minería de litio se refleja en el crecimiento de las exportaciones, la mayor generación de empleo y las oportunidades para aumentar la recaudación fiscal y crear eslabonamientos productivos a partir del establecimiento de una cadena de proveedores. Sin embargo, los posibles beneficios que ofrece la minería de litio comúnmente se presentan como una ventana de oportunidad, que se cerraría en el curso de algunos años. Esta limitación temporal se explicaría por distintos factores. En primer lugar, se encuentran en desarrollo tecnologías alternativas de baterías que son menos intensivas en litio o que, directamente, no utilizan este

recurso (por ejemplo, las baterías de sodio y azufre o las celdas de combustible de hidrógeno). En segundo término, a partir de la creciente demanda de litio, varios países que hasta el momento se encontraban fuera de la industria intensificaron sus proyectos de exploración, comenzaron a desarrollar nuevos tipos de yacimientos o buscan aumentar el volumen de pequeñas operaciones (Obaya y Céspedes, 2021). Un tercer factor es la mayor incidencia del litio recuperado del reciclaje de baterías como fuente de insumo para la fabricación de baterías de iones de litio (Jiménez y Sáez, 2022).

- Aunque se trata de factores que ciertamente están presentes en el desarrollo de la industria, no resulta sencillo ponerle un plazo a esta ventana de oportunidad, ya que están sujetos a un alto grado de incertidumbre tecnológica. Además, aun cuando estas amenazas pudieran materializarse, no desaparecería la demanda de litio producido en la región que, además, se mantendría entre las fuentes de producción de menores costos, dadas las ventajas competitivas que tienen los salares frente a otros tipos de yacimientos.
- Más allá de los efectos directos generados por la minería de litio, existen oportunidades de naturaleza indirecta, ligadas a la creación de nuevas capacidades de mayor complejidad tecnológica que pueden generarse a partir del aprovechamiento del recurso. Como referencia de este tipo de procesos, pueden considerarse los países que han tenido éxito en el establecimiento de procesos de desarrollo sostenidos en el tiempo, apalancados sobre actividades productivas basadas en recursos naturales, como Australia, el Canadá, Noruega, Suecia o incluso los Estados Unidos (Ramos, 1998; Blomström y Kokko, 2007; Smith, 2007; Wright, 2015; Andersen, Marín y Simensen, 2018). Estas capacidades quedarían disponibles para su utilización en otras actividades del sistema productivo, aun cuando decaiga el nivel de actividad en la minería de litio. Desde esta perspectiva, la creación de capacidades alrededor de la actividad vinculada al litio, tanto dentro del sector industrial como del de servicios, contribuiría a un proceso de cambio estructural en favor de una economía basada en actividades más intensivas en conocimiento.
- El aprovechamiento de estas oportunidades, sin embargo, como han demostrado las experiencias de los países señalados como exitosos en el desarrollo sostenido, a partir de actividades productivas basadas en recursos naturales, precisa la participación del Estado. Esto supone implementar una agenda o política de desarrollo productivo alrededor del litio y de otros minerales estratégicos para generar acciones de promoción y facilitar la provisión de ciertos bienes públicos que contribuyan a la creación o el fortalecimiento de capacidades. Se necesita, por ejemplo, infraestructura blanda, como la formación de recursos humanos, en temas vinculados tanto a extracción y refinamiento en la minería de litio, como a su uso como insumo en distintas actividades productivas de tipo industrial (como la producción de materiales activos o la energía nuclear). Este proceso también exige la creación de infraestructura dura, como los laboratorios o las plantas piloto, para la creación y difusión de conocimiento científico.

2. Desafíos para los países ricos en recursos de litio: avanzar en la cadena de valor y la sostenibilidad

- Los países de América Latina y el Caribe con recursos de litio han implementado (o se encuentran en proceso de implementar) distintas políticas dirigidas a avanzar aguas abajo en distintas cadenas de valor que utilicen el litio como insumo. Como se ha señalado, por su tamaño y dinamismo, se destaca especialmente la cadena de valor de baterías de iones de litio utilizadas en la electromovilidad. Sin embargo, el escalamiento en esta cadena de valor presenta grandes desafíos que deben tenerse en cuenta si se decide invertir recursos públicos para su promoción: el gran volumen de financiamiento necesario para la instalación de fábricas de celdas; la necesidad de acceder a otros minerales críticos (como el cobalto, el grafito y el níquel), cuyo abastecimiento es objeto de una fuerte competencia internacional; las complejas capacidades tecnológicas, y la inversión en investigación y desarrollo (I+D) que necesita el ingreso a esta cadena de valor, caracterizada por un alto dinamismo en términos tecnológicos.

- Asimismo, debe considerarse que el desarrollo de una industria de gran escala de celdas de baterías de iones de litio, capaz de procesar una porción considerable del litio producido por la región, exige el desarrollo de una industria de vehículos eléctricos que demande esas baterías. Como muestran las experiencias de Asia, Europa y los Estados Unidos, las empresas automotrices favorecen estrategias de coubicación²² geográfica con las empresas de baterías, con el propósito de lograr mayores niveles de competitividad. Por ello, para diseñar una estrategia de eslabonamientos productivos hacia segmentos aguas abajo en cualquier cadena de valor que utilice litio como insumo hay que evaluar qué capacidades y condiciones son necesarias para hacerlo.
- Por último, pero no menos importante, entre los desafíos que enfrenta la expansión de la minería de litio, con o sin industrialización, se encuentran los de carácter ambiental y social. Como toda actividad vinculada a la explotación de recursos naturales y, en particular, aquellas de naturaleza extractiva, la minería de litio conlleva riesgos en ambas dimensiones. Las organizaciones de la sociedad civil, las comunidades locales que habitan en zonas aledañas a los salares y la comunidad científica se destacan entre quienes han llamado la atención y reclamado regulaciones y estándares más estrictos, que aseguren la sostenibilidad de la actividad (véase el capítulo III).
- Más recientemente, se han sumado a este grupo que demanda mayores estándares sociales y ambientales los países y las empresas que se abastecen con recursos de litio, que han comenzado a exigir que su extracción y procesamiento se realice en condiciones de respeto al ambiente y a los derechos humanos, y que se cumplan los criterios de debida diligencia en la cadena de suministro de minerales. Ello responde a la creciente presión de los consumidores, así como también a la implementación de nueva legislación (marcos regulatorios y de fiscalización) en los países con mayores niveles de industrialización. Este es el caso, por ejemplo, de la legislación alemana sobre debida diligencia en las cadenas de suministro de 2021, que entró en vigor el 1 de enero de 2023²³, o de la propuesta de un reglamento relativo a las pilas y baterías y sus residuos para la Unión Europea que la Comisión aprobaría en los próximos meses²⁴.
- Poco a poco, cada vez más empresas que operan aguas abajo en la cadena de valor comienzan a adherir al estándar de la Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable²⁵, que ofrece certificación de terceros a nivel de mina. En lo que respecta a la cadena de la electromovilidad, se encuentran dentro de este grupo empresas como BMW, Ford, General Motors, Volkswagen y Tesla. En la Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable participan múltiples actores, como el sector privado, las comunidades locales, la sociedad civil y los trabajadores. Hasta el momento, tienen membresía SQM y Albemarle, en Chile, y Livent, en la Argentina. Lithium Americas, con operaciones en este último país, está en proceso de admisión.

III. Modelos de gobernanza

- En los países del triángulo del litio se han adoptado distintos enfoques para abordar las oportunidades y los desafíos que el mineral ofrece. Ello se refleja en los instrumentos utilizados y en el destino que se ha dado a los recursos públicos. En otras palabras, los países de la región tienen distintos modelos de “gobernanza” del litio.

²² La coubicación (*co-location*) se refiere a la estrategia de ubicar en una localización geográfica próxima actividades de la cadena de valor de una empresa, como producción e innovación (por ejemplo, investigación y desarrollo o desarrollo, diseño y testeo), o de empresas que proveen servicios de innovación a empresas multinacionales en la búsqueda de beneficios, como pueden ser los relacionados con costos de coordinación, integración y viajes y transporte, entre otros. Esta estrategia también puede estar motivada por la relocalización (Belderbos y otros, 2016).

²³ Esta ley obliga a las empresas con 1.000 empleados o más a cumplir las obligaciones de debida diligencia en sus cadenas de suministro en lo concerniente al respeto de los derechos humanos internacionalmente reconocidos y de determinadas normas ambientales. La ley hace referencia a los Principios Rectores sobre las Empresas y los Derechos Humanos de las Naciones Unidas. Véase Germanwatch y otros, “Initiative Lieferkettengesetz” [en línea] <https://lieferkettengesetz.de/en/>.

²⁴ La propuesta del reglamento establece que el operador económico que introduce una pila o batería en el mercado de la Unión Europea debe establecer una política de debida diligencia de la cadena de suministro y que dicha política, en virtud del riesgo, debe basarse en principios de debida diligencia reconocidos a escala internacional, como los diez principios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, las Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Declaración Tripartita de Principios sobre las Empresas Multinacionales y la Política Social de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Guía de la OCDE de Debida Diligencia para una Conducta Empresarial Responsable. Véase más información en Comisión Europea (2020).

²⁵ Véase más información [en línea] <https://responsiblemining.net/>.

- La gobernanza es un concepto de múltiples significados que hace referencia a la capacidad colectiva de gobernar. Además de los distintos niveles de gobierno, que son los actores con competencias formales, existen distintos tipos de actores privados y sociales que participan en el proceso de toma de decisiones. En el caso de los recursos naturales no renovables, la gobernanza “implica gobernar la propiedad, los modos de apropiación y la distribución de las ganancias de las rentas de los recursos naturales, para que el conjunto de la sociedad pueda beneficiarse de su explotación” (Bárcena, 2016). De esta manera, la gobernanza de los recursos naturales se define analíticamente como el gobierno de los procesos de interacción y toma de decisiones entre diversos actores, gubernamentales y no gubernamentales, involucrados en un problema colectivo relacionado con la gestión de los recursos naturales (propiedad, acceso, extracción, uso, conservación, apropiación y distribución de rentas), que, en un contexto dado, lleva a la creación, el reforzamiento, la reproducción o el cambio de reglas institucionales, formales e informales, para solucionar conflictos de interés sobre dichos recursos entre los actores involucrados (León y Muñoz, 2019).
- En este capítulo se analizan algunos aspectos específicos de la gobernanza: el marco normativo que regula la minería del litio, las iniciativas para la agregación de valor y la industrialización del litio, la legislación ambiental y social y, por último, el régimen tributario que corresponde a la actividad.

A. Marco normativo

- En el cuadro III.1 se sintetizan las principales características del marco normativo que regula la minería de litio en cada uno de los países del triángulo del litio. La Argentina tiene un régimen federal abierto al capital privado y a la inversión extranjera, en el que el dominio originario del recurso corresponde a las provincias. En el otro extremo, el Estado Plurinacional de Bolivia tiene un régimen unitario, en el que el litio se ha declarado recurso estratégico y su aprovechamiento se ha reservado al Estado nacional. El marco normativo chileno comparte algunas características con ambos países vecinos. El litio también se ha declarado de interés nacional (aunque por su potencial uso nuclear y no por motivos económicos). En consecuencia, se determinó que constituye un recurso no concesible y se reservó su aprovechamiento al Estado o sus empresas, o por medio de concesiones administrativas (no judiciales) o contratos especiales de operación a terceros (no estatales), con los requisitos y bajo las condiciones que el Presidente de la República fije, para cada caso, mediante decreto supremo. Sin embargo, el litio siempre ha sido explotado por empresas privadas, pues la actividad se desarrolla en propiedades otorgadas por derecho a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) antes de la declaración de no concesibilidad.

Cuadro III.1 Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile: análisis del marco normativo que regula el litio

Dimensión	Argentina	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Chile
Tipo de normativa	Normativa general para la minería (con legislación específica a nivel provincial)	Litio declarado, recurso estratégico. Normativa específica	Litio declarado de interés nacional (o “recurso estratégico”) Normativa específica
Régimen de gobernanza del litio	Federal	Centralizado	Centralizado
Cobertura de la normativa	Actividades vinculadas con la explotación del recurso	Actividades vinculadas con la explotación y la industrialización del recurso	Actividades vinculadas con la explotación del recurso y, mediante la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), con reserva de cuota para la industrialización
Modalidades de explotación del recurso	Concesiones a empresas privadas Jujuy: participación accionaria de empresa del Estado provincial (Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE))	Empresa pública (Yacimientos de Litio Bolivianos (o YLB))	Convenio entre la CORFO y actores privados (contratos de arrendamiento) Modalidades posibles, pero que no se aplican en la actualidad: el Estado o sus empresas, o por medio de concesiones administrativas o contratos especiales de operación a terceros

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- A continuación, se describe brevemente cada uno de los marcos normativos. Algunos de los aspectos señalados se analizan con mayor profundidad más adelante.

1. Argentina

- El marco normativo de la Argentina da lugar a un sistema de gobernanza federal, abierto a la inversión privada. En este sistema, las provincias y el Estado nacional tienen varias competencias concurrentes y algunas de naturaleza exclusiva (véase el cuadro III.2). El marco normativo del Estado nacional se apoya fundamentalmente en tres pilares: la Constitución de la Nación, el Código de Minería y la Ley de Inversiones Mineras. En el artículo 124 de la Constitución de la Nación de 1994 se establece que el dominio originario de los recursos naturales corresponde a las provincias. El Código de Minería determina que las personas físicas o jurídicas pueden adquirir la propiedad de las minas de litio en virtud de concesiones legales otorgadas por la autoridad competente.

Cuadro III.2 Argentina: competencias del gobierno federal y las provincias con respecto al litio

Materia o legislación	Gobierno nacional	Gobierno provincial
Dominio de los recursos naturales		Constitución de 1994
Derechos, obligaciones y procedimientos relativos a la adquisición, la explotación y el aprovechamiento de las sustancias minerales	Código de Minería	Códigos de procedimientos mineros provinciales y normas de la autoridad minera
Régimen de promoción de inversiones	Ley de Inversiones Mineras, núm. 24.196 de 1993	Adhesiones provinciales al régimen nacional Leyes de promoción locales
Normas ambientales y relativas a la participación ciudadana, incluidos los pueblos originarios	Ley General del Ambiente (núm. 25.675) Ley de Modificación al Código de Minería (núm. 24.585) Ley que Aprueba el Acuerdo de Escazú (núm. 27.566) Ley de Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental (núm. 25.831) Ley que aprueba el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (núm. 24.071)	Códigos de procedimientos mineros provinciales y normas de la autoridad minera que instrumentan el cumplimiento de la normativa nacional Leyes provinciales (sobre las evaluaciones del impacto ambiental (EIA))
Régimen impositivo	Ley núm. 27.541 de 2019 y decretos reglamentarios sobre derechos de exportación Ley de Impuesto a las Ganancias (decreto núm. 620 de 2021) Ley núm. 27.111 de 2014 (actualiza el canon minero)	Leyes y códigos fiscales provinciales (regalías) Acuerdos de fideicomiso entre gobiernos provinciales y empresas

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de C. Freytes, M. Obaya y V. Delbuono, *Federalismo y desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio*, Buenos Aires, Fundar, 2022.

- Por último, la Ley de Inversiones Mineras ofrece una serie de incentivos con miras a promover la inversión privada. Esencialmente, se brindan estabilidad tributaria por un período de 30 años e incentivos que buscan reducir el costo de inversión, especialmente durante los primeros años de actividad: deducción de los gastos de prospección y exploración, amortización acelerada de las inversiones y exenciones impositivas para la importación de bienes de capital, equipos e insumos específicos. La ley establece un tope del 3% a las regalías provinciales, calculadas sobre el valor de boca de mina.
- Las competencias para la gestión de las propiedades mineras de las provincias incluyen, entre otras funciones, la administración de las licencias, la regulación de la explotación de los salares, la instrumentación de los procesos de consulta y participación social y el monitoreo de las operaciones. Cada una de las provincias tiene estructuras organizacionales y procedimientos particulares, que dan lugar a un mosaico heterogéneo.
- Cabe destacar la reciente creación de YPF Litio —una empresa de YPF S.A., que cotiza en bolsa y de la cual el Estado argentino posee el control mayoritario— mediante la cual el Estado nacional podría indirectamente participar en proyectos de explotación del mineral en las provincias.

2. Estado Plurinacional de Bolivia

- En el marco normativo del Estado Plurinacional de Bolivia se considera que el litio es un recurso de carácter estratégico y se dota al Estado de amplias competencias de carácter regulatorio y productivo para la gestión de los recursos evaporíticos nacionales. De acuerdo con la Constitución Política del Estado, el Estado nacional tiene potestad sobre todas las reservas fiscales y el “control y la dirección sobre la exploración, explotación, industrialización, transporte y comercialización de los recursos naturales estratégicos” (Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia, 2009, artículo 351).
- En este contexto, como se verá con mayor detalle más adelante, en 2010 el Gobierno puso en marcha la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, que sería financiada por el Banco Central de Bolivia. Este programa abarca toda la cadena de valor y plantea una serie de hitos, como la producción de carbonato de litio y la instalación de centros de investigación y plantas de producción de materiales catódicos y baterías de iones de litio (GNRE, 2011; Borja, 2018).
- En 2017, por medio de la Ley núm. 928, el Gobierno creó la empresa pública estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), que ha construido plantas piloto de carbonato de litio, material catódico y ensamblaje de baterías. También ha construido una planta industrial de cloruro de potasio que ya comenzó a producir e inició la construcción de una planta de carbonato de litio (Montenegro, 2018).

3. Chile

- Mediante el decreto ley núm. 2886 de 1979 se reservó el litio para el Estado chileno, por ser considerado material de interés nuclear, y se estableció que los particulares no podrían obtener concesiones de exploración y explotación que les permitieran apropiarse del litio una vez extraído. La exploración, la explotación y el beneficio de sustancias calificadas como no susceptibles de concesión minera, como en el caso del litio, pueden ejecutarse directamente por el Estado o por sus empresas o por medio de concesiones administrativas o contratos especiales de operación otorgados a privados (Poveda, 2020)²⁶.
- Quedaron exceptuadas de esta norma las propiedades constituidas (o en trámite de constitución) antes de la entrada en vigor de la normativa en 1979. Esta excepción incluía las propiedades de la CORFO en el salar de Atacama, que actualmente se encuentran en operación bajo el control de SQM y Albemarle (Poveda, 2020). Los convenios de arrendamiento con estas empresas se renegociaron entre 2016 y 2018. Además de la posibilidad de incrementar el volumen de producción, los nuevos contratos suponen un cambio de paradigma en la relación con las empresas. A partir de su firma, aumentó notablemente la capacidad del Estado para captar la renta económica del recurso. Se estableció una regalía que se aplica marginalmente de acuerdo con el precio del producto y aumenta progresivamente del 6,8% al 40%. Una parte de la renta captada se destina a fines específicos, vinculados con la creación de encadenamientos productivos y tecnológicos o la relación con las comunidades.

B. Iniciativas de agregación de valor e industrialización del litio

- En los tres países del triángulo del litio se han implementado políticas públicas orientadas a fomentar el desarrollo de las capacidades productivas y tecnológicas vinculadas con este mineral. Estas pueden agruparse en una agenda o política de desarrollo productivo en torno al litio. En gran medida, el conjunto de instrumentos disponibles (o que pueden utilizarse) está condicionado por las características del régimen jurídico de cada país analizado en la sección anterior. En consecuencia, los enfoques adoptados, las actividades privilegiadas y las herramientas utilizadas para promoverlas son muy heterogéneas a nivel regional.
- En el cuadro III.3 se presenta una síntesis de los principales elementos que se desarrollan en la sección. En la Argentina, las acciones se han centrado principalmente en el financiamiento del sistema de ciencia y tecnología, a partir de un número relativamente elevado (en comparación

²⁶ Ello se establece en la Constitución Política de la República de Chile de 1980 (inciso décimo del artículo 19, numeral 24) y en el Código de Minería (artículo 8).

con los otros países) de proyectos de pequeña escala. En el Estado Plurinacional de Bolivia se han promovido iniciativas encabezadas por la empresa pública estratégica YLB para desarrollar toda la cadena de valor, desde la extracción de salmueras y la producción de carbonato de litio hasta la producción de baterías. En Chile se ha adoptado, a partir de 2019, una estrategia basada en la licitación internacional de cuotas de compuestos de litio a precio preferencial, para aquellas empresas interesadas en industrializar el recurso en su territorio. También se han creado centros de investigación y desarrollo sobre temas vinculados con la economía circular, la electromovilidad y el desarrollo de tecnologías limpias, financiados con aportes de las empresas que operan en los salares. Recientemente, se ha manifestado la intención de crear una empresa pública de litio, que operaría en asociación con capitales privados.

Cuadro III.3 Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile: principales instrumentos para la promoción de las capacidades productivas y tecnológicas

	Argentina	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Chile
Disposición del producto	Libre para las empresas operadoras	Controlado por Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB)	Libre para las empresas operadoras y, por medio de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), con reserva de una cuota del 25% a precio preferencial para proyectos de industrialización
Instrumentos para el procesamiento del litio en actividades aguas abajo	Posibilidad de utilizar una cuota de Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE) para la industrialización en la provincia de Jujuy	Posibilidad de asociación con empresas privadas	Licitaciones de cuota a precio preferencial para proyectos de industrialización, por medio de la CORFO
Ciencia, tecnología e innovación	Financiamiento público de la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) Financiamiento público de investigadores y becarios del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Proyecto UniLiB (YPF Tecnología (Y-TEC) y comunidad académica)	Plantas piloto Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos de Bolivia (CICYT-MAT-REB), Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje (CIDYP) CICYT MAT-REBCIDYP	Licitación de centros de investigación y desarrollo, financiados con fondos generados a partir de los convenios, por medio de la CORFO

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Dado que estas iniciativas son relativamente recientes, sobre todo en los casos de la Argentina y Chile, no se ha considerado medir sus efectos en la agregación de valor e industrialización del litio.

1. Argentina

- Dada la naturaleza del sistema federal argentino, es necesario determinar las iniciativas implementadas por los distintos niveles de gobierno. En el caso del gobierno nacional, se destacan especialmente aquellas destinadas al financiamiento de actividades de ciencia, tecnología e innovación. Los actores de este sistema se han mostrado muy activos con respecto al litio. De acuerdo con Freytes, Obaya y Delbuono (2022), 236 investigadores y becarios doctorales y posdoctorales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) trabajaron en temas vinculados con este recurso entre 2011 y 2021. Se destaca que el 52% concentra sus investigaciones en temas relacionados con las baterías y sus compuestos.
- Otro canal importante de financiamiento corresponde a los fondos gestionados por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i), en particular el de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR). También en este caso, el 49% del financiamiento se destinó a las baterías y sus compuestos. La iniciativa PICT consiste en el financiamiento de proyectos principalmente orientados a actividades académicas. Entre 2011 y 2021 se financiaron

26 proyectos vinculados con el litio que, en promedio, recibieron 58.651 dólares. En el caso del FONTAR, en el que participa el sector privado, se definieron 12 proyectos que, en promedio, recibieron 195.692 dólares (Freytes, Obaya y Delbuono, 2022).

- YPF Tecnología (Y-TEC) —una empresa propiedad de YPF S.A. y el CONICET— y el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) —un centro del CONICET y la Universidad Nacional de La Plata (UNLP)— impulsan otra iniciativa en el área de ciencia y tecnología, denominada UniLiB. Esta se puso en marcha en 2021, con el objetivo de construir una planta para la fabricación de celdas y baterías de iones de litio, con una capacidad de producción de 13 MWh por año. El proyecto apunta, principalmente, a desagregar el paquete tecnológico respecto del diseño y la fabricación de celdas y baterías de iones de litio y a formar recursos humanos calificados en cada una de las etapas de la cadena.
- Existen, asimismo, otras iniciativas que comportan la cooperación entre el Estado nacional, por medio del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) —un ente autónomo que funciona en la órbita del Ministerio de Desarrollo Productivo— y los ministerios de producción de las provincias interesadas, junto con algunas cámaras empresariales clave. Uno de los proyectos se orienta al desarrollo de la cadena de valor de la minería de litio, mediante la prestación de servicios a microempresas y pequeñas empresas. Con este instrumento se busca favorecer el proceso de adecuación de estas empresas sin trayectoria a los estándares de seguridad y calidad que esta actividad requiere. En el área estratégica de desarrollo tecnológico e investigación del INTI también se están planificando proyectos relacionados con el almacenamiento de energía y la circularidad de las baterías de iones de litio.
- Otra iniciativa interjurisdiccional que cabe mencionar, y que también se desarrolla en la provincia de Jujuy, es la del Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJU). Se trata de una unidad interjurisdiccional tripartita, que funciona desde 2015 y depende del CONICET, la Universidad Nacional de Jujuy (UNJU) y el Gobierno de la provincia de Jujuy (representado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la provincia). Sus actividades incluyen proyectos de investigación que abarcan tanto las etapas de extracción y procesamiento, como el desarrollo de subproductos y la investigación y desarrollo (I+D) en materia de baterías y sus componentes (Obaya, López y Pascuini, 2021).
- Por otra parte, en las provincias con recursos de litio las acciones de desarrollo productivo se han concentrado en la legislación de “compre local” (políticas de contenido local). Este mecanismo, que se ha formalizado en Salta (Ley Provincial núm. 8164) y Catamarca (resolución del Ministerio de Minería núm. 498 de 2014) fija los requisitos de participación mínima de proveedores y mano de obra local en un 60%-70%.
- En el caso de la provincia de Jujuy, se destaca la declaración del litio como recurso de interés estratégico mediante el decreto-acuerdo núm. 7592 de 2011, por considerarlo un “generador del desarrollo socioeconómico” de la provincia. En este marco, en 2015 se creó la empresa pública Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE), que tiene una participación del 8,5% en las dos empresas que operan en la provincia: Sales de Jujuy y Minera Exar. Además, JEMSE tiene la prioridad de venta sobre una cuota del 5% del carbonato de litio producido por las empresas en las que participa. El objetivo de esta cuota es atraer empresas a la provincia para procesar el recurso mediante actividades manufactureras. Hasta el momento, no se ha hecho uso de ese derecho.

2. Estado Plurinacional de Bolivia

- Las principales acciones orientadas al desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en el Estado Plurinacional de Bolivia se enmarcan en la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, presentada en 2010, cuyos principales hitos se resumen en el cuadro III.4.

Cuadro III.4 Estado Plurinacional de Bolivia: fases de la estrategia de industrialización del litio

Fase	Descripción	Inversión estatal (En millones de dólares)	Financiamiento	Año de producción estimado	Tecnología
I	Investigación y plantas piloto Proceso de investigación y desarrollo del proceso tecnológico para la explotación del salar. Construcción y puesta en marcha de las plantas piloto de sales de potasio (cloruro de potasio y sulfato de potasio) y de carbonato de litio.	19	100% el Estado boliviano	2012	Boliviana
II	Plantas industriales Construcción y puesta en marcha de las plantas industriales de carbonato de litio (30.000 toneladas por año) y sales de potasio (700.000 toneladas por año).	485 ^a		2016	
III	Industrialización del litio Producción de materiales de cátodo, electrolitos y baterías de iones de litio.	400		2014	Socios para transferencia de tecnología

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Obaya, "Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/49), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019; Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), *Memoria Institucional 2011*, La Paz, Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), 2011; *Memoria Institucional 2010*, La Paz, Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), 2010; Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/>.

^a De acuerdo con GNRE (2010), la inversión se distribuiría de la siguiente manera: 255 millones de dólares para la planta de cloruro de potasio, 174 millones de dólares para la planta de carbonato de litio y 56 millones de dólares para obras de infraestructura.

- En concordancia con el régimen jurídico descrito en la sección anterior, se destacan dos aspectos del enfoque boliviano. En primer lugar, la estrategia abarca toda la cadena de valor: desde la producción de carbonato de litio y otras sales a partir de recursos presentes en el salar hasta la producción de baterías. En segundo lugar, esta estrategia está controlada por el Estado nacional. Las empresas privadas solo podrían ingresar en la fase de producción de baterías, con el principal objetivo de transferir tecnología, siempre en asociación con el Estado y en condición minoritaria.
- Si bien los plazos establecidos originalmente en la estrategia no se cumplieron, se avanzó con iniciativas que permitieron aumentar la infraestructura necesaria para llevar adelante actividades productivas, científicas y tecnológicas. Entre los logros más salientes aguas arriba se encuentran la inauguración de una planta de cloruro de potasio en 2018 (aunque con una capacidad de 350.000 toneladas por año, inferior a la proyectada), la construcción de una planta piloto de carbonato de litio, inaugurada en 2013, y el inicio de la construcción de una planta a escala industrial. En los segmentos dedicados al procesamiento de los recursos, se creó el Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje (CIDYP), encargado de supervisar, gestionar y coordinar proyectos referidos a baterías de litio, materiales activos para cátodos, electrolitos de litio y otros productos avanzados. Este centro comprende dos plantas piloto, una de baterías y otra de materiales catódicos, y un Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos de Bolivia (CICYT-MAT-REB) (Obaya, 2019).
- En 2017, se creó YLB. Luego de un proceso de selección, YLB eligió a la empresa alemana ACI Systems para producir hidróxido de litio a partir de las salmueras residuales que generaría la producción de carbonato de litio por parte de YLB. En diciembre de 2018, se creó la empresa conjunta YLB-ACISA y se acordó crear otra empresa especializada en la producción de material catódico y baterías. Sin embargo, el entonces presidente Evo Morales disolvió esta asociación en noviembre de 2019, tras una serie de intensas protestas en la región de Potosí, encabezadas por el Comité Cívico Potosinista (COMCIPO).

- El Gobierno de Luis Arce inició un proceso de selección de empresas interesadas en desarrollar métodos de extracción directa en los salares bolivianos. En 2021, YLB realizó una convocatoria internacional para que las empresas interesadas pudieran realizar pruebas piloto²⁷. El objetivo del proceso es evaluar a las empresas con experiencia y tecnología capaces de adaptarse a las características de las salmueras de dichos salares, mediante la aplicación de nuevas tecnologías enfocadas en la extracción directa de litio. Se recibieron propuestas de 20 empresas, 6 de las cuales fueron preseleccionadas. El análisis de los resultados de las pruebas piloto de las propuestas indica que todas las tecnologías evaluadas serían aplicables a las salmueras de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes, alcanzando tasas de recuperación de litio superiores al 80% e incluso al 90% (YLB, 2022a y 2022b). El 20 de enero de 2023, YLB publicó los resultados del proceso de convocatoria y firmó un convenio con el consorcio chino CBC, conformado por las empresas Contemporary Ampere Technology Co., Limited (CATL), Guangdong Brunp Recycling Technology y CMOC Group Limited para la instalación de dos complejos industriales de litio en los salares de Coipasa (Oruro) y Uyuni (Potosí) con tecnología para la extracción directa de litio²⁸.

3. Chile

- Los contratos negociados por la CORFO con las empresas Albemarle y SQM establecieron una cuota de hasta el 25% de la capacidad de producción que las empresas deberían ofrecer a un precio preferencial para el procesamiento local de compuestos de litio. Entre 2019 y 2020, se organizaron dos licitaciones para asignar la cuota entre empresas interesadas²⁹. Solo una empresa aceptó participar³⁰. Se trata de una pequeña empresa chilena, Nanotec, que estaba desarrollando un proceso para la fabricación de nanopartículas de litio como insumo para la fabricación de baterías. Dadas las características del producto elaborado y el incipiente estado del mercado del producto elaborado por Nanotec, el volumen de recursos utilizado por la empresa seguramente se encontrará muy por debajo del 25% disponible en la cuota, al menos durante los primeros años.
- Los nuevos contratos también establecen aportes para la creación de centros de investigación y desarrollo. En el caso de Albemarle, se estableció un monto que aumenta progresivamente de 6 millones de dólares a 12,4 millones de dólares anuales, mientras que para SQM se fijó una cifra que va de 10,7 millones de dólares a 18,9 millones de dólares anuales. Esto suma más de 510 millones de dólares hasta 2043. La CORFO ya ha concluido los tres procesos previstos para la creación de los centros (véase el cuadro III.5)³¹.

²⁷ Véase Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), "Convocatoria Internacional Extracción Directa de Litio (EDL)" [en línea] https://www.ylb.gob.bo/archivos/notas_archivos/convylyb.pdf.

²⁸ Sobre la base de noticias de YLB, el convenio prevé una inversión de más de 1.000 millones de dólares y una capacidad de producción de 25.000 toneladas de carbonato de litio grado batería al año, al 99,5% de pureza, para cada complejo, además de procesos de semiindustrialización, bajo el modelo soberano, en el que el Estado boliviano controla toda la cadena productiva (YLB, 2022a y 2022b).

²⁹ En agosto de 2022, la CORFO anunció la apertura de una nueva convocatoria, que tendrá efecto a partir del 31 de agosto y quedará abierta por un año (CORFO, 2022).

³⁰ Las demás empresas seleccionadas —Sichuan Fulin Industrial Group (China), Samsung SDI, POSCO (República de Corea) y Molybmet (Chile)— desistieron de sus proyectos. Véanse más detalles del proceso en Obaya y Céspedes (2021).

³¹ La adjudicación del Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) al consorcio Asociación para el Desarrollo del Instituto Tecnológico (ASDIT) fue decidida por la CORFO en abril de 2023, después de que la Corte Suprema, en respuesta a un recurso de protección constitucional presentado por rectores de universidades chilenas, anulara en julio de 2022 la primera adjudicación a Associated Universities Inc (AUI) que había sido publicada en enero de 2021.

Cuadro III.5 Chile: centros de investigación y desarrollo creados con aportes de los contratos de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

Año de adjudicación	Nombre del centro	Líder y miembros concesionarios (consorcio)	Financiamiento	Objetivos
2019	Centro Tecnológico de Economía Circular (CTEC)	Centro de Innovación y Economía Circular (CIEC) de Iquique Miembros: Universidad Arturo Prat, Universidad de Antofagasta, Universidad de Atacama, Universidad Católica del Norte, Universidad de Chile, Universidad de Santiago de Chile, Universidad de Tarapacá, Pontificia Universidad Católica de Chile, Hub APTA y Know Hub.	21,5 millones de dólares por un período de 10 años, con fondos provenientes del contrato con Albemarle (10 millones de dólares), el gobierno regional de Tarapacá (4,9 millones de dólares), el sector privado, universidades y centros de estudio (6,6 millones de dólares).	Crear una institución que facilite la innovación y el paso a una escala comercial/industrial de las empresas y los emprendimientos orientados a la economía circular. Focos: energía solar, sales de litio, baterías de litio y almacenamiento de energía y minería metálica y no metálica.
2020	Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad (CASE)	Universidad de Chile Miembros: Agencia de Sostenibilidad Energética, Centro Mario Molina, Universidad de Santiago de Chile, Universidad Tecnológica Metropolitana, Universidad Austral de Chile, y Ernst & Young (EY).	7 millones de dólares por un período de 5 años, con fondos provenientes del contrato con Albemarle (pero con un tope del 80% del costo total de la propuesta), y con aportes del adjudicado (hasta un 20%). Cuenta con el apoyo del Ministerio de Energía y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Crear y aumentar la escala y el número de proveedores tecnológicos y usuarios de servicios vinculados con la electromovilidad. Aumentar los sistemas de distribución de carga eléctrica, la autogeneración de energía eléctrica más sostenible y el desarrollo de capacidades técnicas y profesionales y contribuir al incremento de la demanda nacional de tecnologías que utilizan cobre y litio.
2023	Instituto de Tecnologías Limpias (ITL)	Asociación para el Desarrollo del Instituto Tecnológico (ASDIT) Miembros: Corporación Alta Ley, Asociación de Industriales Antofagasta (AIA), Universidad Católica del Norte (UCN), Universidad de Antofagasta (UA), Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Universidad de Chile (UCH), Universidad de Concepción (UDECE), Universidad de Santiago (USACH), Universidad de Talca (UTALCA), Universidad de Tarapacá (UTA), Universidad Técnica Federico Santa María (USM), Universidad Adolfo Ibáñez (UAI) y ocho centros de estudio, investigación y desarrollo.	209 millones de dólares hasta 2030, con fondos provenientes del contrato con Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) (60%) y aportes directos del adjudicado (40%). Sobre la base de información de la ASDIT, estos aportes directos no tienen en cuenta la reinversión de ingresos por la prestación de servicios técnicos por parte de la ASDIT, que se estima en 64 millones de dólares.	Impulsar la energía solar, la minería sostenible, los materiales avanzados del litio y otros minerales y el hidrógeno verde. La iniciativa se implementará en la región de Antofagasta.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

C. Sostenibilidad ambiental y participación social

- Junto con otras actividades que hacen un uso intensivo de recursos naturales, como la agricultura o la extracción de hidrocarburos, la minería es una de las actividades con mayor impacto en el medio ambiente. En el caso del litio, la creciente demanda, alimentada por el proceso de transición energética, genera tensiones socioambientales que plantean grandes desafíos a los regímenes de gobernanza.
- En los países del triángulo del litio se han desarrollado marcos normativos que establecen mecanismos de evaluación ambiental y participación social. Ello incluye, en todos los casos, el compromiso de realizar la consulta previa, libre e informada establecida en el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales, 1989 (núm. 169) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (véase el cuadro III.6). Sin embargo, es innegable que la calidad de su implementación y su efectividad para hacer frente a los desafíos señalados es dispar, no solo entre los países, sino en cada uno de ellos, en función de las distintas comunidades, los ciclos de operación de la minería y las características geográficas específicas.

Cuadro III.6 Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile: marcos normativos ambientales y para la participación social

Marco regulatorio	Participación ciudadana y consulta indígena
Argentina	
<p>Corresponde a la nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección y a las provincias aquellas necesarias para complementarlas (Constitución de la Nación Argentina, art. 41).</p> <p>Los presupuestos mínimos son normas que conceden una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional y tienen por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental (Ley General del Ambiente núm. 25.675).</p> <p>La evaluación del impacto ambiental (EIA) es el proceso que permite determinar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales efectos negativos que un proyecto de obra o actividad puede causar al ambiente, a corto, mediano y largo plazo, antes de tomar una decisión sobre su ejecución. La instrumentación y la reglamentación del procedimiento recaen en las autoridades provinciales.</p>	<p>Para la autorización de las actividades que puedan tener efectos negativos y significativos en el ambiente, las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consulta o audiencias públicas como instancias obligatorias.</p> <p>La participación ciudadana deberá asegurarse, principalmente, en los procedimientos de evaluación del impacto ambiental (EIA) y en los planes y programas de ordenamiento ambiental del territorio, en particular, en las etapas de planificación y evaluación de resultados.</p> <p>Dado que la instrumentación y la reglamentación del procedimiento recaen en las autoridades provinciales, cada provincia regulará y evaluará el impacto de los proyectos en su territorio.</p> <p>El Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales, 1989 (núm. 169) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que establece la obligación de la denominada consulta previa libre e informada, es ley vigente. Sin embargo, la implementación de dicha consulta todavía no está reglamentada.</p>
Bolivia (Estado Plurinacional de)	
<p>El Estado Plurinacional de Bolivia cuenta con un marco normativo e institucional para la regulación ambiental de las actividades, obras y proyectos que se ejecutan dentro de su territorio. Este se orienta a la prevención, el seguimiento y el control ambiental de las actividades económicas y productivas.</p> <p>Existen normas generales ambientales, definidas por la Ley del Medio Ambiente, y normas sectoriales como las que regulan el sector minero (en el que se enmarca la minería de litio).</p> <p>La Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) y el Certificado de Dispensación (CD) son las licencias ambientales que permiten iniciar la operación minera. Además del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, que avala la concesión de licencias ambientales, desde 2014 se cumple con la elaboración del Informe de Monitoreo Ambiental, que permite evidenciar el cumplimiento y la adecuación de las medidas de mitigación.</p>	<p>El marco normativo boliviano que garantiza la participación social comprende las obligaciones y los derechos estipulados en la Constitución Política del Estado, la Ley del Medio Ambiente, la Ley Marco de la MadreTierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien y la Ley de Minería y Metalurgia.</p> <p>En 1991, el Estado Plurinacional de Bolivia ratificó el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales, 1989 (núm. 169) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que establece la consulta previa, libre e informada. El proceso de consulta tiene carácter preventivo. Se establece un diálogo entre las partes interesadas, conciliando intereses para reducir el riesgo de conflictos, en particular en relación con los aspectos de la operación minera que podrían vulnerar determinados derechos colectivos.</p>
Chile	
<p>Los proyectos de explotación de litio están sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), establecido mediante la Ley núm. 19.300 y reglamentado por el decreto supremo núm. 40 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente.</p> <p>La evaluación del impacto ambiental (EIA) es el procedimiento previsto para determinar si el impacto ambiental de un proyecto o actividad se ajusta a las normas jurídicas vigentes. Dicho procedimiento está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (Ley núm. 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente).</p> <p>La Superintendencia del Medio Ambiente es responsable de la fiscalización y el monitoreo del cumplimiento de las condiciones señaladas en las resoluciones de calificación ambiental otorgadas.</p>	<p>Se contempla la participación ciudadana en el marco del SEIA, los planes de prevención y descontaminación, las normas de calidad ambiental, las normas de emisión y la Evaluación Ambiental Estratégica.</p> <p>Durante la evaluación del impacto ambiental (EIA) debe haber una instancia de participación ciudadana obligatoria (Ley núm. 19.300, artículo 29).</p> <p>El ordenamiento jurídico chileno contempla, además, la participación de los pueblos originarios que pueden verse afectados directamente por un proyecto. El procedimiento de consulta indígena obligatoria responde al Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales, 1989 (núm. 169) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), con carácter obligatorio.</p>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Ante la posibilidad de ver afectadas sus condiciones de vida y medios de subsistencia, distintas comunidades que viven en las zonas de influencia de las operaciones mineras han realizado protestas y presentado demandas, con el apoyo de organizaciones sociales y actores provenientes del sistema de ciencia y tecnología. Estas movilizaciones han aumentado la visibilidad de los asuntos ambientales en el debate público. A su vez, estos procesos han sido facilitados por la expansión de los derechos ambientales que ha tenido lugar en las últimas décadas. En los países del triángulo del litio, muchos de estos procesos tienen rango constitucional.
- Por ello, se destaca la necesidad de fortalecer la gobernanza ambiental y social de las actividades extractivas. En particular, es importante contar con mecanismos adecuados *ex ante* y *ex post* para la concesión de licencias sociales y ambientales y con procesos de toma de decisiones participativos y transparentes con respecto a la gestión de estas actividades. Para ello, se debe garantizar el acceso a una información oportuna y de calidad, de manera transparente y adecuada al público, que permita dimensionar el impacto de las actividades extractivas (Pinheiro y otros, 2020). Este tipo de información incluye, por ejemplo, las tasas de extracción de agua dulce y salmuera de los proyectos mineros y de otras actividades (turismo, agropecuaria, entre otras) mediante el monitoreo integral de los salares³². También es necesario establecer mecanismos de compensación por la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas. El derecho a estos mecanismos cuenta con un reconocimiento particular en el caso de los pueblos originarios, que se plasma tanto en la normativa nacional como internacional.
- Si bien los estándares o las certificaciones internacionales para promover una minería más sostenible probablemente no cubren todos los temas y los aspectos que se han de considerar con respecto a potenciales impactos y problemas socioambientales derivados de la actividad, pueden complementar las normas y los reglamentos de los países en materia ambiental y social y servir como referencia para mejorarlos y aumentar la transparencia de los distintos actores involucrados en la actividad. Entre estas iniciativas internacionales se destaca el Estándar para la Minería Responsable de IRMA que, como se señaló en la sección anterior, fue adoptado por tres empresas que explotan el litio en los países analizados: SQM y Albemarle, en Chile, y Livent en la Argentina. Las autoevaluaciones de estas empresas se están sometiendo a auditorías independientes.

D. El régimen tributario en la minería del litio

1. Criterios para el diseño del régimen tributario

- Una característica que tradicionalmente se busca en el diseño de los sistemas tributarios es la neutralidad, en el sentido de que los impuestos no deberían discriminar en función de las actividades económicas que desarrollen los contribuyentes. Sin embargo, las características particulares de las industrias extractivas determinan que estas a menudo se graven con impuestos especiales, como las regalías y los impuestos sobre las rentas económicas (Jorratt, 2022). Algunas de estas características se sintetizan en el cuadro III.7.
- Además de la neutralidad mencionada anteriormente, la tributación de la minería debe evaluarse a la luz de los atributos deseables de todo sistema tributario, que se resumen en el cuadro III.8.

³² Esto permitiría evaluar y controlar la capacidad de carga del medio ambiente con el objetivo de generar alertas y regular las tasas de extracción para la sostenibilidad de las actividades económicas y de las comunidades en los territorios.

Cuadro III.7 Características particulares del sector minero que justifican la aplicación de impuestos extraordinarios o especiales

1. Propiedad de los recursos mineros	Por lo general, los recursos mineros pertenecen al Estado o a sus ciudadanos, por lo que es lógico que el propietario exija un pago razonable por transferir su derecho de explotación de los recursos a un tercero.
2. Perspectivas de una elevada renta económica	Por lo general, un recurso con una oferta fija puede generar un rendimiento de la inversión superior al rendimiento normal, es decir, tras deducir los costos de producción, incluidos los costos de exploración, y el costo de oportunidad del capital, por lo que es una preocupación razonable del Estado poder captar parte de esta renta.
3. Altos costos irrecuperables y largos períodos de producción	El ciclo de vida completo de un proyecto minero supone la realización de actividades de exploración, desarrollo, explotación y cierre de mina. Todo ello supone altos costos, pero, sobre todo, una gran inversión inicial y un extenso tiempo de ejecución, que puede durar décadas. La inversión inicial es un costo irrecuperable, que no se recupera en caso de que se decida abandonar el proyecto. Esto lleva a un problema de coherencia temporal entre el inversionista, con estos desincentivos a la inversión, y el Estado, con incentivos de crear o aumentar impuestos, por lo que es factible considerar beneficios tributarios durante la etapa de inversión e impuestos especiales.
4. Aporte significativo a los ingresos fiscales	En la medida en que se diseñen impuestos adecuados para captar las rentas económicas, es posible que el gobierno tenga una posición fiscal más sólida por el aporte significativo (absoluto y relativo) del sector, lo que permite reducir la deuda, aumentar los gastos o reducir otros impuestos distorsivos.
5. Incertidumbre	La actividad minera está sujeta a incertidumbre en todas sus etapas, pero, a diferencia de otras actividades, la geología, la volatilidad de los precios y los extensos horizontes temporales de los proyectos hacen que los riesgos sean mayores. A ello se suma la incertidumbre política, regulatoria y fiscal, entre otros aspectos.
6. Consideraciones internacionales	Es común que las inversiones mineras sean realizadas por empresas no residentes en el país anfitrión. En consecuencia, la tasa efectiva de tributación de un proyecto minero dependerá también de los impuestos que paguen los inversionistas en el país de residencia. Por otra parte, la naturaleza internacional de las operaciones abre espacios para la elusión fiscal, mediante la transferencia de rentas a países con baja tributación (por ejemplo, mediante precios de transferencia con empresas relacionadas).
7. Asimetrías de información	Los Gobiernos tienen menos información que los inversionistas privados acerca de las características geológicas, técnicas y comerciales de los proyectos mineros. A su vez, los inversionistas privados desconocen las políticas tributarias que los Gobiernos planean adoptar en el futuro. Esta situación se traduce en incentivos para que los inversionistas no revelen ni compartan información clave acerca de los proyectos.
8. Poder de mercado	Algunos países o empresas controlan una porción significativa de las reservas de minerales, de manera que pueden ejercer un control considerable sobre los flujos de estos productos. La posibilidad de incidir en dichos flujos tiene repercusiones en los efectos de los impuestos, tanto para los países productores como para los países importadores de recursos.
9. Recursos agotables	Dado que las reservas de recursos mineros del planeta son limitadas, algún día se agotarán. Aunque los avances tecnológicos y el descubrimiento de nuevos yacimientos pueden cambiar estas reservas, es innegable que la extracción de un determinado mineral en el presente reduce la extracción potencial en el futuro, especialmente cuando se consideran regiones geográficas delimitadas.
10. Impacto en las comunidades y el medio ambiente	Los impuestos a la actividad minera deben compensar también los costos de su impacto en las comunidades locales y el medio ambiente. Estas compensaciones no solo corresponden a multas o sanciones sino también a aportes o inversiones que luego pueden deducirse del impuesto a las utilidades.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Jorratt, "Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/14), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

Cuadro III.8 Atributos deseables de los regímenes fiscales para el sector minero

Recaudación	Los instrumentos deben permitir que el Estado se apropie de una proporción razonable de las rentas económicas en el tiempo.
Eficiencia económica	Los impuestos deben ser lo más neutrales posible para afectar lo menos posible las decisiones de inversión.
Simplicidad	Se deben minimizar los costos de administración y cumplimiento para limitar los riesgos de elusión y evasión fiscal.
Equidad	Los impuestos cobrados deben guardar relación con la capacidad de pago y la distribución de lo recaudado debe ser equilibrada entre las generaciones actuales y futuras y entre las jurisdicciones.
Flexibilidad	Los instrumentos deben poder adaptarse a los cambios en las condiciones del mercado.
Progresividad	Los impuestos deben lograr una participación estatal proporcionalmente mayor en las rentas acumulativas en ciclos de auge de precios o baja de costos.
Distribución del riesgo	Los instrumentos deben reducir el riesgo relativo que asume el inversionista (frente al Estado, en su papel de socio silencioso).
Estabilidad	El régimen fiscal debe ser estable y los inversionistas deben creer que es estable.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Jorratt, "Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/14), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

2. Estimación de rentas económicas en los países del triángulo del litio

- En su estudio, Jorratt (2022) evalúa la capacidad de la Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile para captar la renta económica de la minería de litio. Dadas las dificultades para la determinación de un precio de referencia para este producto, el autor realiza dos estimaciones: la primera se basa en los precios informados por las empresas mineras y la segunda en los precios promedio de los Estados Unidos. La diferencia entre ambos precios es de alrededor del 20%. Los resultados se encontrarían en un rango entre ambas estimaciones.
- La medición de los costos también presenta dificultades. En particular, el autor señala la cuestión de la subcapitalización, que consiste en que una parte de la inversión se realiza mediante aportes de capital en forma de préstamos efectuados entre empresas relacionadas, con el propósito de aprovechar los beneficios tributarios de los intereses en relación con el pago de dividendos. Para evitar la subestimación de la renta como consecuencia del endeudamiento, se consideran los flujos antes de la deducción de intereses. Para ello, Jorratt (2022) determina el costo medio ponderado del capital, que se aplica sobre el saldo anual de los activos para determinar el costo del capital.
- En los tres países del triángulo del litio se aplica un impuesto sobre las utilidades (ISU), cuya tasa es del 35% en la Argentina, el 25% en el Estado Plurinacional de Bolivia y el 27% en Chile. Vista la falta de un régimen específico para el litio, estas alícuotas son las mismas que se aplican al resto de las actividades económicas. En la Argentina y Chile se prevén sistemas de depreciación muy acelerados, con una vida tributaria útil de hasta tres años en la Argentina y seis años en Chile para la mayoría de los activos. En los tres países se permite la deducción inmediata de los gastos de exploración. En la Argentina y el Estado Plurinacional de Bolivia se permite el arrastre de las pérdidas tributarias hacia adelante con un límite de 5 años, mientras en Chile se permite el arrastre hacia adelante sin límite de tiempo. Además del ISU, el sistema tributario se completa con otras tasas y regalías en cada país (véase el cuadro III.9).

Cuadro III.9 Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile: principales tasas y regalías aplicadas a los proyectos de litio

Argentina	Regalía provincial del 3% sobre el valor de boca de mina, equivalente al 1,6% de los ingresos por ventas. Derechos de exportación, que desde 2021 equivalen al 4,5% del valor franco a bordo (FOB) de las exportaciones. Cargos y abonos de cuenta corriente gravados con una tasa del 0,6% del ITF. Reintegros iguales al 1,5% del valor FOB de las exportaciones. Dividendos distribuidos a los inversionistas gravados con una tasa del 7%.
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Alícuota adicional del 25%, previa deducción del 33% de las inversiones acumuladas y del 45% de los ingresos netos, y sobretasa del 12,5% (aún no definida para el litio). Regalía minera del 3% sobre el valor de las exportaciones. ITF del 0,3% sobre los cargos y abonos de cuenta corriente.
Chile	Regalía a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) establecida en los contratos de arrendamiento entre dicha entidad y la empresa minera que consiste en una alícuota progresiva en función del precio del carbonato de litio (6,8%-40%). IEAM, cuya tasa varía entre el 4,8% y el 12,3%, según el margen operacional registrado cada año. Contribución para el desarrollo regional del 1% sobre la inversión de los cinco primeros años.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Jorratt, "Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/14), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

Nota: ITF = impuesto a las transacciones financieras; IEAM = impuesto específico a la actividad minera.

- Jorratt (2022) estima la carga tributaria de la minería de litio en los tres países mediante un proyecto de inversión hipotético que se inicia en 2021³³. Sobre la base de dicho modelo calcula la tasa efectiva de tributación, considerando tanto la tributación directa de la empresa como de los inversionistas. A continuación, se presenta el análisis para una tasa efectiva de tributación calculada como el cociente entre el valor actual de los impuestos pagados por el proyecto y el valor actual neto del proyecto suponiendo que no existen impuestos³⁴. Los supuestos del modelo de simulación realizado se presentan en el cuadro III.10.

³³ El proyecto supone una inversión total de 635,8 millones de dólares, con una producción anual de 40.000 toneladas de carbonato de litio, durante un período de 40 años.

³⁴ En su informe, el autor realiza una simulación considerando otras dos tasas de tributación, calculadas como: i) el cociente entre el valor actual de los impuestos y el valor actual de las utilidades financieras; ii) la disminución porcentual que los impuestos producen en la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto.

Cuadro III.10 Supuestos del modelo de simulación de un proyecto de explotación de litio en un salar

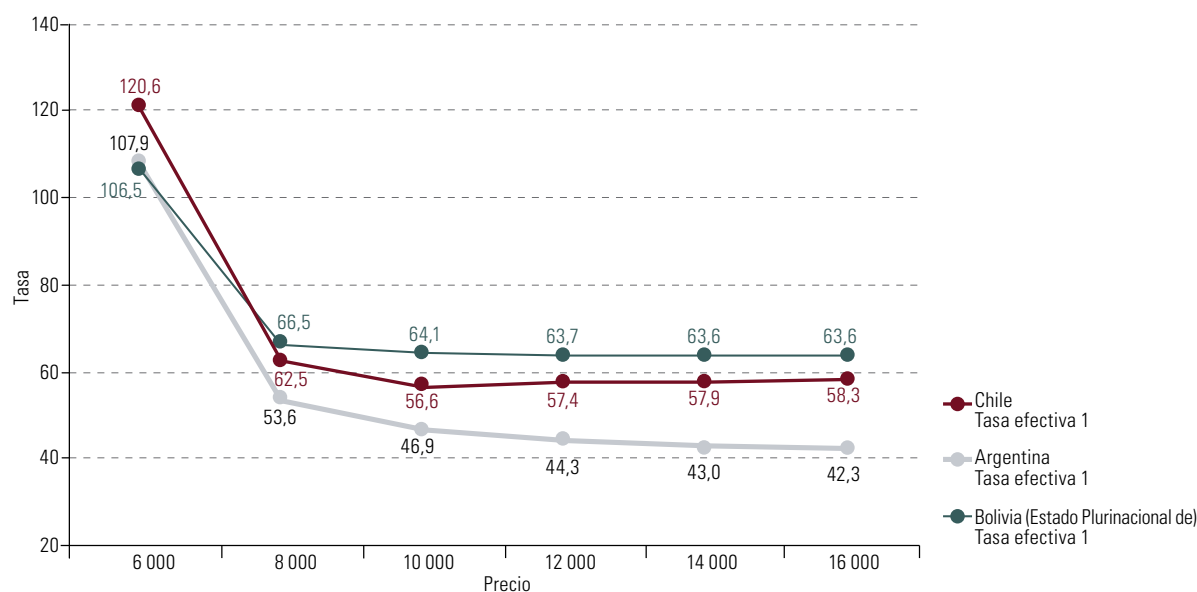
1	Año de inicio de la inversión	2021
2	Período de inversión (<i>en años</i>)	5
3	Vida útil de la mina (<i>en años</i>)	40
4	Último año de operación	2065
5	Tasa de descuento (<i>en porcentajes</i>)	8
6	Inversión inicial (<i>en millones de dólares</i>)	555,3
7	Inversión de mantenimiento (<i>en millones de dólares por año</i>)	6,9
8	Último año de inversión de mantenimiento	2064
9	Capital de trabajo (<i>en millones de dólares</i>)	55,5
10	Gastos de exploración y prospección (<i>en millones de dólares</i>)	25
11	Costos de cierre de faenas (<i>en tres años, en millones de dólares</i>)	32,5
12	Producción anual (<i>en miles de toneladas de carbonato de litio</i>)	40
13	Precio (<i>en dólares por tonelada</i>)	12 000
14	Costo operacional unitario antes de depreciar (<i>en dólares por tonelada</i>)	3 579
15	Las utilidades se reinvierten a la tasa de descuento y se retiran el último año	

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Jorratt, "Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/14), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

- En el caso de la Argentina, a partir del escenario base se obtiene un valor presente de los impuestos de 983,3 millones de dólares y un valor actual neto (VAN) del proyecto de 1.235 millones de dólares. El impuesto más importante en términos de valor actual de la recaudación es, por lejos, el impuesto sobre las utilidades (ISU), que representa el 77,3% de los impuestos totales. Le siguen los derechos de exportación (18,4%), la regalía provincial (6,5%), el impuesto a las transacciones financieras (ITF) (2,1%) y el impuesto a los dividendos (1,8%). Por último, los reintegros reducen la recaudación en un 6,1%.
- En el Estado Plurinacional de Bolivia, al considerar el escenario base se obtiene un valor presente de los impuestos superior al de Argentina, de 1.413,7 millones de dólares, y un VAN del proyecto de 804,5 millones de dólares. El impuesto más importante, en términos de valor actual de la recaudación, es el impuesto sobre las utilidades de las empresas (IUE), que representa el 41,4% de los impuestos totales. Le siguen la alícuota adicional del 25% (28,2%), la sobretasa del 12,5% (20,7%), la regalía minera (8,5%) y, por último, el ITF, que representa un 1,1% de los impuestos totales del proyecto de inversión.
- En el caso de Chile, al considerar el escenario base se obtiene un valor presente de los impuestos superior al de la Argentina, pero inferior al del Estado Plurinacional de Bolivia, de 1.273,1 millones de dólares, y un VAN del proyecto de 945,1 millones de dólares. El impuesto más importante, en términos de valor actual de la recaudación, es la regalía de la CORFO, que representa el 57,1% de los impuestos totales. Le siguen el impuesto de primera categoría (33,2%), el impuesto específico a la actividad minera (IEAM) (7,7%), el impuesto a los dividendos (1,8%) y, por último, la futura contribución al desarrollo regional, que representa apenas un 0,3% de los impuestos totales del proyecto de inversión.
- Al realizar un análisis de sensibilidad de la tasa efectiva de tributación frente al precio del carbonato de litio (variación entre 6.000 y 16.000 dólares por tonelada) se observa que, en los tres países, cuando el precio es de 6.000 dólares por tonelada, la tasa es superior al 100%, lo que significa que el Estado cobra impuestos, a pesar de que no exista renta económica (véase el gráfico III.1). Este resultado se explica parcialmente por aquellos impuestos o tasas que gravan los ingresos en lugar de las utilidades (regalías o impuestos a la exportación).

Gráfico III.1 Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile: tasa efectiva de tributación en función del precio del carbonato de litio

(En porcentajes y dólares por tonelada)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Jorratt, "Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/14), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

- A partir de un precio en torno a 10.000 dólares por tonelada, se observa que la trayectoria de la tasa efectiva varía de un país a otro. Mientras en la Argentina sigue bajando a medida que el precio sube, en Chile tiende a aumentar levemente y en el Estado Plurinacional de Bolivia se mantiene casi constante. Este resultado se explica por el diseño de los impuestos vigentes en cada país. En la Argentina se combina un impuesto de primera categoría de tasa plana con impuestos *ad valorem* también de tasa plana. Estos impuestos son los que le dan un carácter regresivo al sistema, al recaudar un menor porcentaje de la renta económica a medida que esta aumenta con el precio. En Chile, en cambio, la CORFO negoció con las empresas una regalía *ad valorem* progresiva, de manera que la tasa sube rápidamente a medida que los precios aumentan. Además, el IEAM también tiene una estructura progresiva (Jorratt, 2022).
- Frente a un escenario futuro de aumento de precios (véase el capítulo I), es importante adecuar y fortalecer los mecanismos de control y fiscalización para luchar contra la elusión fiscal. El mercado actual es aún poco transparente porque la compraventa de compuestos de litio se basa fundamentalmente en contratos entre privados. Los precios son estimados por consultoras, a partir de métodos que se basan sobre todo en informantes clave. Las dificultades para contar con precios de referencia aumentan por dos motivos. En primer lugar, se señala la diversidad de las especificaciones técnicas de las sales producidas. En segundo lugar, las empresas que operan en los países de la región tienen casas matrices, subsidiarias o socios estratégicos en el exterior, donde el carbonato de litio se somete a fases posteriores de procesamiento. En consecuencia, una parte sustancial de las exportaciones corresponde a comercio intraempresarial, a precios de transferencia que pueden estar infravalorados (Obaya y Céspedes, 2021).
- Jorratt (2022) observa que entre los precios de mercado del carbonato de litio y los precios implícitos en el valor franco a bordo (FOB) de las exportaciones hay una diferencia del 58% en la Argentina y del 21% en Chile. Al estimar el potencial de los Estados del triángulo del litio para captar la renta económica del recurso, el autor sostiene que por cada 20 puntos de diferencia en el precio de mercado del carbonato de litio la apropiación de la renta económica total de la producción puede disminuir del 44,3% al 30,4% en la Argentina, del 63,7% al 41% en el Estado Plurinacional de Bolivia y del 57,4% al 47,8% en Chile. En otras palabras, la diferencia observada en los precios se traduce en una transferencia directa promedio de 15,4 puntos de renta de los Estados a las empresas.
- El mismo autor señala que, a nivel internacional, el progreso realizado por las autoridades tributarias para detener las fugas fiscales resultantes de las prácticas de precios de transferencia sigue siendo lento, tanto en las economías desarrolladas como en desarrollo. Si bien los mecanismos de precios de transferencia de insumos y productos son bien conocidos, la capacidad de los Gobiernos para abordar estas prácticas sigue siendo escasa y plantea un desafío importante que distorsiona el potencial de recaudación.

IV. Reflexiones finales: directrices para una agenda de desarrollo productivo en torno al litio

- El litio se ha consolidado como uno de los minerales críticos de la transición energética, en particular porque constituye un insumo para la producción de las baterías de iones de litio utilizadas para la electromovilidad. América Latina y el Caribe, especialmente la región del triángulo del litio, es rica en este recurso. En consecuencia, los países que la integran han pasado a considerarlo un recurso estratégico, con potencial para promover su desarrollo económico. Esta expectativa se sustenta no solo en la posibilidad de fomentar la creación de valor y la captación de la renta económica ligada al aprovechamiento del recurso, sino también en la creación de capacidades productivas y tecnológicas intensivas en conocimiento que contribuyan a un proceso de cambio estructural.
- Los regímenes de gobernanza del recurso adoptados en cada uno de los países de la región difieren profundamente. Ello significa que la gestión del litio y sus usos se rige por distintos tipos de reglas, en el marco de las cuales el Estado, el mercado y los actores sociales tienen distintas competencias, recursos e instrumentos. A pesar de esta heterogeneidad, es posible formular un conjunto no exhaustivo de directrices de política orientadas a mejorar el potencial de la región para aprovechar las oportunidades que ofrece el litio y contar con mejores herramientas para enfrentar los desafíos que presenta su explotación.
- En consideración de lo analizado en las secciones anteriores y siguiendo el ciclo de vida de un proyecto minero se destacan las siguientes directrices:

Sostenibilidad ambiental y social

- Es necesario adecuar las regulaciones y los estándares vigentes. El conjunto de reglas debe responder a una doble demanda. En primer lugar, los actores sociales locales deben contar con mecanismos que aseguren su participación en la regulación, la supervisión, la fiscalización y la gestión del impacto y los conflictos socioambientales a lo largo de la vida de los proyectos extractivos. En segundo lugar, la gobernanza ambiental y social debe adecuarse a las mayores exigencias de los países y los consumidores de productos finales que contienen litio, como, por ejemplo, las baterías de iones de litio o, considerando otros minerales estratégicos, los vehículos eléctricos. Este proceso de adecuación debe considerar, entre otros aspectos, la evaluación y el mejoramiento de los espacios y mecanismos de participación y coordinación multiactor y multinivel, la transparencia y el acceso a la información pública y las capacidades de los Estados para supervisar y fiscalizar las regulaciones y los estándares y abordar y solucionar controversias o conflictos. Con respecto a esto último, dado el estrés hídrico en la minería del litio, es necesario incorporar o desarrollar prácticas y tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía, realizar un monitoreo integral de los salares, establecer tasas de extracción sostenibles, ofrecer mecanismos de compensación por la pérdida de biodiversidad o la degradación de los ecosistemas, entre otros.

Ingresos fiscales e inversión pública y privada

- Es deseable que los regímenes aplicados a las actividades extractivas permitan captar una porción mayor de las rentas económicas de manera más transparente. Sin embargo, este proceso debe basarse en los criterios de progresividad, eficiencia y equidad de la tributación, en consonancia con la competitividad entre países. Para ello se debe incrementar la capacidad de supervisión y fiscalización de los Estados, particularmente en lo referido a la reducción de la elusión y la evasión fiscal en el comercio internacional.
- En estrecha relación con el punto anterior, es necesario mejorar la distribución y el uso de las rentas económicas del litio. Uno de los usos prioritarios de estos recursos debe ser el apoyo a un proceso de cambio estructural en los países de la región, en favor de actividades más intensivas en conocimiento y tecnología. Este proceso debe promover la creación de capacidades e infraestructuras tecnoproductivas para la agregación de valor, la generación de encadenamientos productivos y el escalamiento en las cadenas globales de valor. No obstante, esto requiere incentivos adecuados para movilizar recursos y atraer inversión extranjera y nuevas formas de asociación entre actores públicos y privados para asegurar la transferencia de conocimiento y tecnología. Asimismo, esta línea de acción debería enmarcarse en la promoción de la economía

circular para la valorización de los residuos de la actividad extractiva, con miras al desarrollo de la capacidad de reciclaje de baterías y, considerando otros minerales estratégicos, componentes y partes de tecnologías intensivas en minerales, como vehículos eléctricos o paneles solares. Esto permitiría transformar el capital natural en otras formas de capital.

Cooperación, coordinación e integración regional

- Con respecto a las directrices destacadas en materia de sostenibilidad ambiental y social e ingresos fiscales e inversión, existe un terreno fértil para la cooperación y la coordinación intrarregional. El intercambio de conocimientos y experiencias puede contribuir a la mejora de las normas, los diseños y las prácticas vigentes en cada país. Asimismo, brindaría la posibilidad de acordar contenidos comunes a nivel regional que pueden fortalecer la posición de la región frente a la demanda de los países industrializados en el marco del diseño de la gobernanza global y, a la vez, contribuir a evitar la competencia a la baja.
- Es importante destacar que la cooperación, la coordinación y la integración regional son instrumentos importantes para reforzar las oportunidades que ofrece la industrialización de minerales estratégicos y el desarrollo de cadenas regionales de valor, en especial de tecnologías para la transición energética y la electromovilidad frente a la geopolítica global, en que el riesgo de ruptura de las cadenas de suministro y valor está latente. Una agenda regional de desarrollo productivo en torno al litio o los minerales estratégicos puede servir a este cometido para unir esfuerzos, complementar capacidades y buscar sinergias. En el caso particular de las baterías de iones de litio —con respecto a las cuales se verifican estrategias de coubicación geográfica o retorno de la producción y fabricación de bienes al país de origen (*reshoring*) que están dando lugar a grandes polos industriales, tanto dentro como fuera de Asia— constituye una condición necesaria para la promoción de un mercado de la electromovilidad y las energías renovables de grandes dimensiones que contribuya a promover el desarrollo de capacidades industriales regionales para la producción de baterías y sus insumos. Por ejemplo, la colaboración con la industria automotriz de la región, sobre todo entre países con capacidad instalada, como la Argentina, el Brasil, Colombia y México, puede contribuir a acelerar el desarrollo del mercado de la electromovilidad o algunos de sus segmentos, como la electrificación del transporte público de pasajeros para las grandes ciudades de América Latina y el Caribe.

Bibliografía

- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2022a), *World Investment Energy 2022*, París.
- ___(2022b), *Global EV Outlook 2022*, París.
- ___(2022c), “Global EV Policy Explorer”, París [en línea] <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-policy-explorer>.
- ___(2022d), “Minerals Security Partnership”, París [en línea] <https://www.iea.org/policies/16066-minerals-security-partnership>.
- ___(2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, París.
- ___(2020), *Global EV Outlook 2020: Entering the Decade of Electric Drive?*, París.
- Andersen, A., A. Marín y E. Simensen (2018), “Innovation in natural resource-based industries: a pathway to development? Introduction to special issue”, *Innovation and Development*, vol. 8, N° 1, Hoboken, Taylor & Francis.
- Barandiarán, J. (2019), “Lithium and development imaginaries in Chile, Argentina and Bolivia”, *World Development*, vol. 113, Ámsterdam, Elsevier.
- Bárcena, A. (2016), “CEPAL: se requiere nueva gobernanza de los recursos naturales para el cumplimiento de la Agenda 2030”, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 19 de julio [en línea] <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-se-requiere-nueva-gobernanza-recursos-naturales-cumplimiento-la-agenda-2030>.
- Belderbos, R. y otros (2016), “Where to locate innovative activities in global value chains: does co-location matter?”, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, N° 30, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

- Blomström, M. y A. Kokko (2007), "From natural resources to high-tech production: the evolution of industrial competitiveness in Sweden and Finland", *Natural Resources: Neither Curse nor Destiny*, D. Lederman y W. Maloney (eds.), Palo Alto, Banco Mundial/Stanford University Press.
- Bolivia, Gobierno del Estado Plurinacional de (2009), *Constitución Política del Estado*, La Paz.
- Borja, H. (2018), *Litio. ¿Industrialización en Bolivia?*, La Paz, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB).
- Bradley, D. y otros (2016), "Lithium brines: a global perspective", *Rare Earth and Critical Elements in Ore Deposits*, Reviews in Economic Geology, vol. 18, P. Verplanck y M. Hitzman (eds.), Littleton, Sociedad de Geólogos Económicos (SEG).
- Breton, T. (2022), "Critical Raw Materials Act: securing the new gas & oil at the heart of our economy - Blog of Commissioner Thierry Breton", Bruselas, Comisión Europea [en línea] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_5523.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2022), *Repercusiones en América Latina y el Caribe de la guerra en Ucrania: ¿cómo enfrentar esta nueva crisis?*, Santiago, 6 de junio [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47912-repercusiones-america-latina-caribe-la-guerra-ucrania-como-enfrentar-esta-nueva>.
- CIC EnergiGUNE (2021), "Mapa mundial de gigafactorías", Álava [en línea] <https://cicenergigune.com/es/blog/mapa-mundial-gigafactorias>.
- Comisión Europea (2020), *Propuesta de reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las pilas y baterías y sus residuos y por el que se deroga la Directiva 2006/66/CE y se modifica el Reglamento (UE) 2019/1020*, Bruselas.
- CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) (2022), "Corfo convocará a productores especializados de litio para impulsar iniciativas de valor agregado en Chile", Santiago, 12 de agosto [en línea] https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/12_08_2022_convocatoria_litio.
- Correa, F., M. Dini y L. Letelier (2022), "Análisis del sistema público de apoyo al desarrollo productivo en Chile desde un enfoque multinivel", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/215/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Ellerbeck, S. (2023), "What's the difference between 'friendshoring' and other global trade buzzwords?", Ginebra, Foro Económico Mundial, 17 de febrero [en línea] <https://www.weforum.org/agenda/2023/02/friendshoring-global-trade-buzzwords/>.
- Estados Unidos, Gobierno de los (2022), "Fact sheet: securing a made in America supply chain for critical minerals", Washington, D.C., 22 de febrero [en línea] <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/02/22/fact-sheet-securing-a-made-in-america-supply-chain-for-critical-minerals/>.
- Foro Económico Mundial (2019), *A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030: Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation*, Ginebra.
- Freytes, C., M. Obaya y V. Delbuono (2022), *Federalismo y desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio*, Buenos Aires, Fundar.
- Gisbert, N. e I. Careaga (2021), "¿Quiénes son las grandes empresas en la carrera de las gigafactorías?", Álava, CIC EnergiGUNE [en línea] <https://cicenergigune.com/es/blog/grandes-empresas-carrera-gigafactorias>.
- GNRE (Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos) (2011), *Memoria Institucional 2011*, La Paz, Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).
- _____(2010), *Memoria Institucional 2010*, La Paz, Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).
- IGO Limited (2021), "First lithium hydroxide successfully produced at Kwinana", *ASX Release*, South Perth, 23 de agosto [en línea] <https://www.igo.com.au/site/PDF/3c505bda-695b-4e22-bef1-8b88c44de9c9/FirstLithiumHydroxideSuccessfullyProducedatKwinana>.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2022), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Ginebra.
- Jiménez, D. y M. Sáez (2022), "Agregación de valor en la producción de compuestos de litio en la región del triángulo del litio", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/87), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Jones, B., F. Acuña y V. Rodríguez (2021a), "Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- _____(2021b), “Cambios en la demanda de minerales: análisis de los mercados del cobre y el litio, y sus implicaciones para los países de la región andina”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/89), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Jorratt, M. (2022), “Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/14), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- LaRocca, G. (2020), “Global value chains: lithium in lithium-ion batteries for electric vehicles”, *Office of Industries Working Paper*, N° ID-069, Washington D.C., Comisión de Comercio Internacional de los Estados Unidos (USITC).
- Lèbre, É. y otros (2019), “Source risks as constraints to future metal supply”, *Environmental Science & Technology*, vol. 53, N° 18, Washington, D.C., ACS Publications.
- León, M. y C. Muñoz (2019), “Guía para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales”, *serie Recursos Naturales y Desarrollo*, N° 192 (LC/TS.2019/52), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- METI (Ministerio de Economía, Comercio e Industria) (2020), “Japan's new international resource strategy to secure rare metals”, Tokio, 30 de septiembre [en línea] https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail_158.html.
- Montenegro, J. (2018), “El modelo de industrialización del litio en Bolivia”, *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 10, N° 34, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- Obaya, M. (2019), “Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/49), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Obaya, M. y M. Céspedes (2021), “Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/58), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Obaya, M., A. López y P. Pascuini (2021), “Curb your enthusiasm: challenges to the development of lithium-based linkages in Argentina”, *Resources Policy*, vol. 70, Ámsterdam, Elsevier.
- Obaya, M. y P. Pascuini (2020), “Estudio comparativo de los modos de gobernanza del litio en la Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia”, *La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos*, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/124), M. León, C. Muñoz y J. Sánchez (eds.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Pinheiro, M. y otros (2020), *Indicadores de gobernanza ambiental para América Latina y el Caribe*, Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Poveda, R. (2020), “Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile”, *serie Recursos Naturales y Desarrollo*, N° 195 (LC/TS.2020/40), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Ramos, J. (1998), “Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos en torno a los recursos naturales”, *Revista CEPAL*, N° 66 (LC/G.2049-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Secretaría de Minería (2021), *Informe litio: octubre 2021*, Buenos Aires.
- Senado de los Estados Unidos (2022), *Inflation Reduction Act of 2022*, Washington, D.C. [en línea] https://www.democrats.senate.gov/imo/media/doc/inflation_reduction_act_of_2022.pdf.
- Smith, K. (2007), *Innovation and Growth in Resource-based Economies*, Melbourne, Comité para el Desarrollo Económico de Australia (CEDA).
- USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) (2022), *Mineral Commodity Summaries 2021*, Reston.
- Wright, G. (2015), “The USA as a case study in resource-based development”, *Natural Resources and Economic Growth: Learning from History*, M. Badia-Miró, V. Pinilla y H. Willebald (eds.), Londres, Routledge.
- YLB (Yacimientos de Litio Bolivianos) (2022a), “YLB destaca siete hitos del proceso de selección de tecnologías EDL para la industrialización del litio”, La Paz [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/25022023.pdf>.
- _____(2022b), “Ramos: ‘Convenio suscrito con CBC es resultado de un proceso de selección minucioso y transparente’”, La Paz [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/31012023.pdf>.

Anexo 1

Cuadro A1 Proyectos de minería de litio en América Latina y el Caribe

Proyecto	Empresa	Origen de la empresa	Capacidad prevista [Capacidad actual] (En toneladas de carbonato de litio equivalente)	Inversión (En millones de dólares)	Estado
Argentina					
Ampliación del Salar del Hombre Muerto (Fénix) (Catamarca)	Livent	Estados Unidos	67 839 [fase inicial 25 839]	640	Construcción
Ampliación del Salar de Olaroz (Jujuy)	Allkem Ltd.	Australia	42 500	450	Construcción
	Toyota	Japón	[fase inicial 25 000]		
	Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE)	Argentina			
Cauchari-Olaroz	Ganfeng Lithium	China	40 000	741	Construcción
	Lithium Americas	Canadá			
Centenario-Ratones (Salta)	Eramet	Francia	24 000	595	Construcción
	Tsingshan	China			
Sal de Oro (Salta)	POSCO	República de Corea	25 000	831	Construcción
Tres Quebradas (Catamarca)	Zijin Mining	China	20 000	380	Construcción
Mariana (Salta)	Ganfeng Lithium	China	10 000	243	Construcción
Sal de Vida (Catamarca)	Allkem Ltd.	Australia	45 000	795	Construcción
Pastos Grandes (Salta)	Lithium Americas	Canadá	24 000	448	Factibilidad Planta piloto
Salar del Rincón (Salta)	Rio Tinto	Reino Unido	25 000	770	Factibilidad Planta de demostración
Cauchari (Jujuy)	Lake Resources	Australia	N/D	N/D	Prefactibilidad
Salar de Cauchari (Jujuy)	Allkem Ltd.	Australia	25 000	446	Prefactibilidad
Kachi (Catamarca)	Lake Resources	Australia	50 000	544	Prefactibilidad
Rincon Lithium Project (Salta)	Argosy Minerals Ltd. (77,5%) y privados	Australia	10 000	141	Evaluación económica preliminar Planta piloto
Candelas (Catamarca)	Galan Lithium Ltd.	Australia	14 000	408	Evaluación económica preliminar

Proyecto	Empresa	Origen de la empresa	Capacidad prevista [Capacidad actual] (En toneladas de carbonato de litio equivalente)	Inversión (En millones de dólares)	Estado
Argentina					
Hombre Muerto Norte (Salta)	Lithium South Development Corp. (ex NRG Metals Inc.)	Canadá	5 000	93	Evaluación económica preliminar
Hombre Muerto Oeste (Catamarca)	Galan Lithium Ltd.	Australia	20 000	439	Evaluación económica preliminar
Pozuelos (Salta)	Ganfeng Lithium	China	25 000	338	Evaluación económica preliminar
Bolivia (Estado Plurinacional de)					
Salar de Uyuni	Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB)	Bolivia (Estado Plurinacional de)	15 000	N/D	Construcción
Chile					
Ampliación de Planta Química La Negra	Albemarle	Estados Unidos	42 500 (adicionales)	N/D	Construcción
Salar del Carmen (ampliación)	Sociedad Química y Minera de Chile (SQM)	Chile	40 000 (adicionales)	N/D	Aprobación ambiental otorgada
Planta carbonato de litio (ampliación)	Sociedad Química y Minera de Chile (SQM)	Chile	110 000 (adicionales)	N/D	En desarrollo
Salar de Maricunga	Lithium Power International	Australia	15 000	N/D	Aprobación ambiental otorgada
Brasil					
Mibra	AMG Lithium	Alemania	13 500	50	Ampliación
Grota do Cirilo	Sigma Lithium (de Sigma Mineração S.A.)	Canadá	36 700	131,6 (Fase 1)	Construcción
México					
Sonora Lithium	Ganfeng Lithium (a través de Bacanora Lithium y Sonora Lithium)	China	17 500	419,6 (Fase 1)	Construcción
Perú					
Falchani Lithium	Plateau Energy Metals	Canadá	23 000	586,9 (Fase 1)	Evaluación económica preliminar

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), "El mercado de litio: desarrollo reciente y proyecciones al 2030", Santiago, 2021; Secretaría de Minería, *Informe litio: octubre 2021*, Buenos Aires, 2021; Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) e información oficial de las respectivas empresas.

Anexo 2

Cuadro A2 Proyectos de minería de litio seleccionados fuera de América Latina y el Caribe

Proyecto	Empresa	Capacidad prevista (En toneladas de litio equivalente)	Gastos de capital (En millones de dólares)	Estado
Australia				
Mt Holland	Wesfarmers (Australia) Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) (Chile)	45 000	No disponible	Construcción
Estados Unidos				
Clayton Valley	Century Lithium Corp. (anteriormente denominada Cypress Development Corp.)	27 400	493	Prefactibilidad
Thacker Pass	Lithium Americas	30 000	581 (Fase 1)	Prefactibilidad
Clayton Valley Lithium Project	Pure Energy Minerals	10 000	297	Evaluación económica preliminar
Lanxess Project	Standard Lithium	20 900	437	Evaluación económica preliminar
Canadá				
Leduc Reservoir	E3 Lithium Limited (anteriormente denominada E3 Metals Corp.)	No disponible	No disponible	Exploración avanzada
Authier	Sayona Mining Limited	13 000	91	Factibilidad

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información pública de las respectivas empresas.

La elaboración de este informe estuvo a cargo de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Se realizó bajo la dirección de José Manuel Salazar-Xirinachs, Secretario Ejecutivo de la CEPAL, con el apoyo de la Oficina de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión. El informe recibió también comentarios de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos y de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

Copyright © United Nations, 2023
23-00253