

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD AZCAPOTZALCO**



DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

“Inserción de México en la cadena de valor del litio; análisis comparado con la experiencia boliviana”

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

Presenta:

VELÁZQUEZ GARCÍA IVÁN

Matrícula: 2163039256

Asesora: Dra. Fabiola Sagrario Sosa Rodríguez

Área de concentración: Economía de la Innovación: Empresas, Redes y Territorio

Departamento de Economía

Ciudad de México a 12 de enero de 2023

Agradecimientos

Expreso mi profunda gratitud y reconocimiento:

A Dios, por haberme dotado de salud, fortaleza y sobre todo paciencia durante mi estancia universitaria, por iluminar mi camino y alimentar mis ganas de ser mejor con el prójimo.

A mi familia, en especial a mis padres, Elena y Fausto, a mis dos hermanos, Juan Manuel y Fátima, y a mi recién fallecida abuela Aurelia, este logro es por y para ustedes, por el apoyo incalculable que me brindaron, por darme la oportunidad más bella de la vida; poder formarme y acrecentar mis ganas de vivir con entusiasmo la vida.

A la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, a sus excelentes profesores, de ellos aprendí a enamorarme más del conocimiento. También a las pocas, pero invaluable amistad que logré cosechar, a cada persona con quién compartí momentos especiales en mi vida universitaria.

A la sociedad, por hacer posible mi educación, deseo trabajar desde mis trincheras en la consecución de un México mejor, con igualdad de oportunidades, para de esta manera saldar mi deuda con ustedes.

A mi asesora de trabajo final, la Dra. Fabiola Sagrario Sosa Rodríguez, que con mucha paciencia y entendimiento confió en mí para lograr producir este trabajo.

Por último, expreso un amplio agradecimiento a todas y cada una de las personas que, directa o indirectamente, mucho o poco, me apoyaron de diversas maneras, desde apoyarme con algún trabajo, una comida, algún desembolso monetario, cada pequeña muestra de apoyo hacia mi persona la tengo presente; a los amigos y conocidos que me acompañaron en mi formación como economista, de todo corazón, GRACIAS.

ÍNDICE

Introducción.....	4
1. El litio; situación actual y perspectivas en la economía mundial.....	7
1.1 Antecedentes	7
1.1.1 Sobre el litio: aspectos técnicos, funciones y aplicaciones.....	8
1.1.2 Fuentes de obtención del litio, ¿cómo se presenta en la naturaleza?	9
1.1.3 Formas de extracción del litio	11
1.1.4 Definición de conceptos; recursos vs reservas.....	12
1.2 Mercado mundial del litio; evolución, perspectivas e implicaciones	13
1.2.1 El litio y las tecnologías de la información y comunicación (TIC´S)	14
1.2.2 Producción.....	15
1.2.3 Precios.....	16
1.2.4 Oferentes y demandantes	16
1.2.5 Principales actores del mercado.....	17
1.2.6 Cadenas de valor (sustento teórico)	19
1.2.7 Vínculo entre las cadenas de valor y el litio.....	20
1.2.8 La gobernanza de las cadenas de valor	21
1.2.9 Tipo de integración económica.....	23
1.2.10 Relación de las cadenas de valor con el crecimiento y desarrollo.....	25
2. Análisis del funcionamiento de la cadena de valor de BIL.....	26
2.1 La cadena de valor de BIL	26
2.1.1 Eslabones iniciales	27
2.1.2 Eslabones medios	31
2.1.3 Eslabones finales	33
2.2 Proyecciones de demanda.....	38
2.3 Reflexiones sobre la cadena de valor	39
3. Análisis comparado del litio en Bolivia y México.....	42
3.1 Antecedentes	42
3.1.1 El caso de Bolivia	43
3.1.2 Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB)	44
3.1.3 Estrategia de Bolivia para industrializar el litio.....	45
3.2 El caso de México	46
3.2.1 Yacimientos y concesiones	46

3.2.2	Nacionalización del litio en México	51
3.3	Comparativo de las condiciones de Bolivia y México	53
3.4	Reflexiones sobre la estrategia de industrialización del litio en Bolivia	55
3.5	Visión a futuro	58
3.5.1	Bolivia	58
3.5.2	México	59
	Conclusiones.....	63
	Fuentes consultadas	70

Introducción

La reciente nacionalización del litio en México con la finalidad de que el estado intervenga en las cadenas de valor del mineral ha sido calificada como un hecho histórico por muchos analistas, quienes consideran que esto significa un freno a las empresas mineras extranjeras que durante muchos años han lucrado con la riqueza natural del país, y que no han representado un motor de desarrollo homogéneo en el país. El mismo fenómeno ocurrió en el Estado Plurinominal de Bolivia¹ hace ya más de una década, cuando el presidente Juan Evo Morales Ayma emprendió una serie de reformas contrarias al modelo extractivo vigente en el país sudamericano, y en general de toda América Latina. Este segundo actor tiene una importancia mayúscula porque concentra los recursos probados más grandes del mundo, no obstante, su visión soberana de los recursos naturales ha derivado en un lento avance en su proyecto de desarrollar una industria de extracción de litio y a su vez una cadena de valor de baterías de ión litio (BIL de aquí en adelante), visión a la que México se ha sumado en 2022.

La importancia de este mineral radica en los cambios en la demanda de energía de las sociedades, ya que hay una relación entre quienes albergan y suministran dicha energía y la configuración económica mundial. Por ejemplo, durante gran parte del siglo XX los combustibles fósiles fueron el motor del mundo, lo que derivó en el surgimiento de un cartel alrededor del mercado del petróleo, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP); institución que fue y sigue siendo un actor clave en el suministro del *commodity* hasta nuestros días. Sin embargo, los impactos ambientales que ha traído consigo han sido una de las principales causas que explican el calentamiento del planeta; de ahí la relevancia de buscar alternativas energéticas. Aquí es donde las energías verdes toman protagonismo, ya que se basan en fuentes energéticas renovables con la finalidad de salvaguardar el medio ambiente. A este proceso de cambio se le ha denominado *transición energética*, y su implementación claramente requiere de un cambio de paradigma sobre nuestras actuales fuentes de energía. De esta forma, el litio juega y jugará un papel preponderante por su utilidad en el almacenamiento de energía, considerándose un recurso “*estratégico*” para el futuro energético del mundo.

En este contexto, se abren paso dos elementos importantes que presumen ser pioneros en la consecución de un futuro más sustentable; la electromovilidad y el almacenamiento de energía, industrias que se encuentran en fases muy iniciales pero que generan una expectativa muy poderosa, no por nada son los principales *drivers* del auge en la demanda de los minerales estratégicos, entre ellos el litio. Este último, por sus grandes características, resulta ser un insumo clave para la elaboración de baterías de automóviles eléctricos y un excelente almacenador de energía (misma que se espera provenga de fuentes de energías limpias como la eólica, solar y motriz), esto ha

¹ De aquí en adelante solamente Bolivia.

provocado movimientos importantes en los precios de importantes derivados de litio, por ejemplo, el precio de la tonelada de carbonato de litio pasó de 2,500 USD en 2010 hasta los 75,000 USD en 2022. Estos elementos han cobrado una relevancia tal que hay quienes aseguran que el litio representa una gran oportunidad para América Latina dado que ciertos países pueden consolidarse como actores importantes en el suministro no sólo de materias primas, sino de productos de alto valor agregado para las nuevas demandas del mercado.

En lo que respecta al caso de México, se tiene registro de que concentra el 2.1% de los recursos mundiales de litio, por lo que se ubica en el noveno lugar en el grupo de los diez países con mayores recursos de litio a nivel mundial. Este hecho no ha pasado desapercibido para

la Secretaría de Hacienda y Crédito Público puesto que en su documento más reciente de Criterios Generales de Política Económica para 2023 informó que la cadena de valor del litio es altamente rentable, por lo que estiman un valor potencial de 12 billones de pesos, lo que representa más de la tercera parte del PIB de México en 2022 (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2022). Como resultado, México y otros países como Bolivia, y más recientemente Chile, planean una estrategia de inserción en la cadena de valor de BIL con un importante rol estatal, buscando que esta industria influya positivamente en la calidad de vida de la población. De ahí que el surgimiento de las disputas alrededor del mineral tenga que ver precisamente con el interés del capital en el *boom* de la electromovilidad, mercado en donde las proyecciones advierten un crecimiento verdaderamente prometedor.

En los hechos, México aprobó en abril de 2022 una propuesta de reforma a la *Ley Minera* que declara que el litio –junto con otros minerales– son de utilidad pública, considerándose estratégicos de cara al desarrollo de un futuro más sustentable. Para el caso particular del litio, sería el Estado, a través del organismo público descentralizado de reciente creación llamado Litio para México o LitioMx quien gestionará la administración, explotación y comercialización de las cadenas de valor que emanen del mineral. Este proceso de nacionalización afectó a empresas canadienses y asiáticas que ya contaban con concesiones de litio en el país. Los planes a futuro de México y Bolivia al respecto de este mineral son ambiciosos, buscan promover una distribución más justa de los beneficios de la explotación de este recurso entre su población, aunque lo crucial de aquí en adelante será impulsar mejoras normativas en materia ambiental para lograr avanzar en la agenda trazada, no sólo en lo que refiere al litio sino para la minería en general.

Por otra parte, existe cierto escepticismo en cuanto a la credibilidad y capacidad del Estado Mexicano para lograr la incursión de México en las cadenas de valor del litio; estas críticas encuentran sustento en una visión económica ortodoxa que postula que la intervención del estado en la economía provoca ineficiencias en los mercados. Esta

visión considera que el Estado debe jugar un papel de árbitro, proveedor de seguridad y creador de condiciones propicias para el buen funcionamiento de los mercados.

En este contexto, la discusión sobre las posibilidades de articular una cadena de valor del litio en el país exige analizar tanto la construcción teórica del concepto como el funcionamiento mismo de esta. El concepto funciona para estudiar con detalle los efectos de la globalización en las economías y, en especial la fragmentación de la producción; fenómeno que resulta en que distintas actividades de la producción se realizan en determinados lugares.

Las causas de este fenómeno pueden asociarse, en primer lugar, con el desarrollo tecnológico de la segunda parte del siglo XX que abarató la comunicación mundial y facilitó a las empresas la coordinación, supervisión de tareas y sobre las incentivó buscar constantemente mejorar su competitividad², en segundo lugar, con la apertura de las economías emergentes del este de Asia (China e India) que pusieron una gran masa de fuerza de trabajo a disposición. Así, el comercio mundial quedó en manos de tres bloques, Estados Unidos, Europa y el Este de Asia, mientras que los países excluidos quedaron catalogados al clásico papel de países proveedores de materias primas (Nacif, 2012).

Por lo tanto, el problema de esta investigación subyace en la necesidad de identificar las posibilidades de México de industrializar sus recursos de litio y cómo este hecho influiría en la consecución de la transición energética en el país. Con este fin, la presente investigación busca comparar las condiciones de México y Bolivia con respecto a la gestión del litio en la consecución de desarrollar una cadena de valor de litio mediante un análisis sustentado en el enfoque teórico de las cadenas de valor, esto para identificar las posibilidades de México para integrarse en la cadena con base en estas experiencias.

La orientación particular de esta investigación es el caso de Bolivia debido a las similitudes que comparte con México y se les pone en un marco de análisis comparado con respecto a los factores que pueden propiciar la consolidación de una cadena de valor del litio. De este último apartado obtienen elementos importantes, desde el conjunto de factores que impiden la consolidación de la cadena en Bolivia, los aprendizajes que ha logrado recabar por su experiencia en términos de aciertos y errores, hasta una serie de recomendaciones de política industrial que pudieran contribuir a un mejor funcionamiento de la visión que se lleva a cabo en ambos países.

² Las cadenas de valor se basan en la especialización y se valen de las ventajas comparativas que muchos países tienen en la producción de determinados bienes y servicios, de modo que el proceso de producción se diversifica y establece en distintas partes del mundo. La producción y el comercio al evolucionar y diversificarse de forma tan masiva pasaron de concentrarse en mercados locales o nacionales a mercados mundiales, donde cada tarea de las distintas etapas del proceso de producción se lleva a cabo en distintas partes del mundo. Se le ha llegado a catalogar como comercio de tareas (WTO; IDE-JETRO, 2011).

Para alcanzar estos objetivos, la metodología propuesta es la revisión documental de informes, reportes y documentos de instituciones con amplio reconocimiento que han abordado el tema³. Esta investigación invita a la reflexión de la inserción de México en la cadena de valor del litio debido a que la literatura actual para el caso de México es aún escasa. Cabe mencionar que la hipótesis que se busca comprobar es la siguiente: la capacidad de inserción de México en la cadena de valor de litio dependerá de un conjunto de factores que van desde alianzas estratégicas con los principales dirigentes de la cadena, hasta un vínculo estrecho con la academia y centros de estudio que permitan crear las condiciones necesarias para el desarrollo de la cadena.

El trabajo se conforma de tres capítulos, en el primero se describe la importancia del litio, sus características productivas, tipos de extracción, funciones y aplicaciones finales, así como la situación actual de su mercado, lo que da pie a explicar el sustento teórico en el que se respalda la investigación, así como el corolario de conceptos de los que se hace uso a lo largo de la investigación. El segundo capítulo presenta un estudio detallado del funcionamiento de la cadena de valor del litio, en particular la de baterías para vehículos eléctricos, análisis que contempla la situación de los eslabones de la cadena y pone en evidencia a los principales actores, además se proporcionan un conjunto de reflexiones en torno a su situación. Por su parte, el tercer capítulo incursiona en el análisis comparado de las condiciones económicas y técnicas de las que parten Bolivia y México en cuanto a sus deseos de construir una cadena de valor en torno al litio distinguiendo los grados de avance de cada uno en ciertos rubros; el énfasis es puesto en el caso boliviano dado cuenta con una amplia trayectoria, se destacan los aciertos y errores de su estrategia boliviana y en base a estas se revelan las potenciales ventajas de México al respecto.

1. El litio; situación actual y perspectivas en la economía mundial

1.1 Antecedentes

El presente capítulo aborda los antecedentes y consideraciones técnicas del mineral bajo análisis, es decir, se presenta una descripción de sus características y funciones principales. Sobre las primeras, se pone de manifiesto que sus ventajas frente a otros minerales son tan únicas que no han logrado ser superadas por las de otros incluso tras años de investigación. Gracias a esto ha logrado encontrar cabida en mercados completamente estratégicos, su gran capacidad de almacenamiento y conducción de electricidad han llamado la atención de las industrias más importantes del mundo tales como la electrónica, tecnológica y automotriz. Estas industrias han emprendido un camino hacia la descarbonización de sus líneas de productos, buscando

³ Estos análisis son valiosos, pero se han restringido al ámbito nacional, de modo que la presente investigación hace uso de dicha información y la usa en un marco conceptual único y aterrizado al caso de dos naciones en específico.

reducir el nivel de contaminación para los próximos años, función para la que el litio promete mucho.

Su presencia en la naturaleza es la primera consideración que se toma en cuenta para hacer una evaluación desde el punto de vista económico, ya que el tipo de yacimiento del mineral influye directamente en la viabilidad de su industrialización. La extracción del mineral en el mundo se da a través de un conjunto de métodos que responden precisamente al tipo de yacimiento, siendo unas más complejas que otras, lo ideal es que los yacimientos fueran de fácil extracción para enfrentar costos asequibles, aunque aun concediendo esta ventaja, se deben revisar elementos adicionales que pudieran dar paso a una industrialización de actividades con mayor valor agregado, lo que pasa necesariamente por revisar las condiciones regulatorias, legales, y de infraestructura en las diferentes jurisdicciones donde se encuentra el mineral.

1.1.1 Sobre el litio: aspectos técnicos, funciones y aplicaciones

El litio es un elemento químico de la tabla periódica, su nombre es de origen griego y proviene de la palabra “LITHOS” que significa “piedra”, en la tabla periódica es representado por el símbolo Li y junto a otros elementos como el potasio, sodio, cesio, rubidio y francio conforman el grupo de los alcalinos. Al pertenecer a este grupo, tiene como principal característica ser univalente y reactivo, lo que se refleja en su gran conductividad eléctrica y su capacidad de almacenamiento de energía (Depetris, 2017) (Quinteros, 2020).

Por sus características únicas, el litio es de un insumo clave para diversas actividades, incluso tiene diversas formas de comercializarse; se usa como concentrado de mineral, metal y compuesto, químico e inorgánico, suele consumirse mayormente en su forma inorgánica, destacando el carbonato de litio (LCE de aquí en adelante) y el hidróxido de litio (HXL de aquí en adelante).

En la actualidad, en los albores del inicio del mercado de vehículos eléctricos (VE de aquí en adelante), el principal uso de dicho mineral en el mundo tiene que ver con la fabricación de baterías⁴ para autos eléctricos, debido a la necesidad de migrar hacia alternativas menos contaminantes y de bajas emisiones. En países desarrollados como Estados Unidos, Francia, Alemania, Japón, entre otros, el mercado de VE ha ganado terreno gracias a la implementación de políticas que incentivan la compra de esta alternativa de transporte, tales como subsidios a los consumidores y fabricantes, así como incentivos tributarios.

El litio no está exento de amenazas, hay otras alternativas en el mercado como las baterías de hidrógeno o las de ión sodio, pero incluso con estos acérrimos

⁴ Para una explicación a detalle del funcionamiento de las BIL consultar la siguiente liga: <https://www.energy.gov/eere/articles/how-does-lithium-ion-battery-work>

competidores se espera que sean tres las principales razones por las que se demandará principalmente litio: el primero tiene que ver con el crecimiento global del mercado de VE, el segundo se asocia con las crecientes regulaciones ambientales implementadas en diversas latitudes del orbe y, por último, un resultado del progreso tecnológico, el abaratamiento del costo de producción en la producción de baterías (Revista Panorama Minero, 2020; Jones et al., 2022).

Lo que este en juego no es poca cosa, sea cual sea el conjunto de minerales requeridos en el futuro determinará de una u otra manera la configuración de la hegemonía mundial. El litio también es usado en menor medida en las industrias de las cerámicas, plásticos, grasas y lubricantes, metales, industria espacial y submarina, e incluso en la industria farmacéutica para prevenir y tratar la manía y esquizofrenia. La tabla 1 detalla sus principales usos.

Tabla 1. Principales usos del litio, 2021

Usos	Porcentaje
Baterías	74%
Cerámica y vidrio	14%
Grasas lubricantes	3%
Polvos de fundente para moldes de colada continua	2%
Polímeros	2%
Aire acondicionado	1%
Otros usos	4%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia con información de USGS, 2021.

1.1.2 Fuentes de obtención del litio, ¿cómo se presenta en la naturaleza?

A pesar de que existen alrededor de 145 especies minerales que contienen litio como componente principal sólo algunos de ellos tienen valor económico, ya que en muchas ocasiones el proceso de explotación resulta muy complicado y económicamente inviable. Ahora bien, se habla mucho de que el litio es un mineral relativamente abundante en la tierra dado que está presente en 65 partes por millón (ppm) (Secretaría de Economía, 2018). Sin embargo, habría que precisar de qué tipos de depósitos o

yacimientos se trata, ya que la cantidad extraíble de litio es diferente para cada tipo de yacimiento. Hay al menos tres tipos de yacimientos que son económicamente viables. Los más conocidos, de acuerdo con *Bowell et al. (2020)* se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de los yacimientos de litio a nivel mundial

Tipo	Tipos de depósito	Distribución a nivel mundial	Ubicación de los principales yacimientos
Salmuera	Lagos y salares (continentales geotérmicos y petrolíferos).	58%	Chile, Argentina, Bolivia. En menor medida en China, EE. UU., Mongolia
Pegmatitas	Espodumena, lepidolita, petalita, amblogonita, eucryptita.	26%	Principalmente Australia, EE. UU. También China, Portugal, Canadá. Otros son Zimbawe, Zaire, Rusia, Uzbekistan, Brasil.
Rocas sedimentarias	Arcillas, rocas evaporitas lacustres, toba volcánica.	9%	México tiene el yacimiento más grande del mundo en arcilla, se encuentra ubicado en Sonora. Otros que destacan con EE. UU., Serbia y Perú.

Fuente: Elaboración propia en base en *Bowell et al., (2020)* y *Etcheverry et al., (2020)*.

La descripción de las formas en las que se encuentra el litio proviene del trabajo de *Etcheverry et al., (2020)* gracias a la claridad para explicar los conceptos y la facilidad con la que los relaciona con su potencial viabilidad.

1) Salmueras: lagos y salares (continentales geotérmicos y petrolíferos)

Estos depósitos tienen la mayor concentración de litio, ya que éste se encuentra disuelto como ión, por lo que resultan ser los más viables económicamente. Lo anterior, debido a que los procesos logísticos, de costos y ambientales son relativamente más baratos y sencillos en comparación con los depósitos de rocas. Este tipo de depósitos se encuentran principalmente en países como Chile, Bolivia y Argentina, los que concentran el 80% de los salares, también destaca Tíbet-China (13%), Estados Unidos (3%) y el restante 4% se encuentra en sitios como Mongolia y Canadá *Etcheverry et al., (2020)*.

2) Pegmatitas o rocas de minerales (espodumena, lepidolita, petalita, ambligonita)

Son depósitos que se localizan principalmente en Australia (representa 26% de la producción total y el método para explotarlo es la fluorescencia de rayos X) así como en EE. UU, China y Portugal; países que han demostrado particular eficacia en su

explotación. Otros países que albergan este tipo depósitos son, Zaire, Namibia, Zimbabwe, Canadá, Rusia, Uzhekistan, Brasil y Argentina (Etcheverry et al., 2020).

3) Rocas sedimentarias (arcilla y rocas evaporitas lacustres), arcillas (hectorita)

Hay mucho debate con relación a la fiabilidad de estos yacimientos debido a su poca exploración y su complejidad técnica. No obstante, en julio de 2022 Tesla⁵ anunció un moderno método de extracción de litio en arcilla⁶. Hay muchos yacimientos alrededor del mundo que pueden ser potencialmente viables, como lo es el yacimiento ubicado en el estado de Sonora, en México, así como el proyecto “Thacker Pass”, que es el depósito más grande registrado para este tipo de depósito y que se localiza en el norte del Estado de Nevada, EE. UU. (Etcheverry et al., 2020).

1.1.3 Formas de extracción del litio

Existen dos métodos ampliamente usados a nivel mundial para la extracción del litio, aunque estos pueden variar dependiendo del tipo de yacimiento.

a) Extracción desde el mineral

Para yacimientos en forma de rocas de minerales, la técnica usada es la misma que usa la minería tradicional, explotación a cielo abierto. Es un proceso utilizado mucho en EE. UU., Australia y Canadá, que consiste en extraer los minerales de litio, someterlos a un proceso de concentración que abarca tres procesos químicos: chancado, molienda y flotación. Como resultado, se obtiene un concentrado de litio (espodumeno), que luego se somete a un proceso llamado calcinación, que resulta en un concentrado mucho más reactivo para poder aplicar sobre este un tratamiento en caliente con ácido sulfúrico. Después, la mezcla resultante se manda a un estanque de lixiviación que busca obtener soluciones de sulfato de litio. Posteriormente se neutralizan, se purifican y se concentran en evaporadores especiales con carbonato de sodio para la obtención final de carbonato de litio (Calvo, 2017; Catello & Kloster, 2015; Ministerio de Minería de Chile, s/f)

b) Extracción a partir de salmueras

En el caso de las salmueras, lo primero es identificar que éstas contengan litio, ya que no todas las salmueras lo contienen y las que lo contienen pueden variar en cuanto

⁵ Cabe mencionar que, además de la poderosa Tesla como gran actor en el mercado de VE fuera de China, hay otra firme norteamericana interesada en intervenir en dicho mercado, esta es Apple, que con su amplia experiencia en el sector tecnológico pretende aliarse con la automotriz Hyundai para la fabricación de autos eléctricos bajo la marca de la manzana. (Gigante, 2021) (Tesla es una empresa norteamericana fundada en 2003 con sede en Austin, Texas que se dedica a la producción y venta de VE, así como otros productos que buscan un mejor aprovechamiento de la energía a partir de fuentes renovables. En la actualidad es, junto con muchas otras empresas de la industria automotriz, una de las acérrimas promotoras de la transición mundial hacia los VE.

⁶<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/tesla-patenta-nuevo-proceso-extraccion-litio-minerales-arcilla/20210723105334047245.html>

a su concentración. Este proceso se realiza directamente con la salmuera. Para su extracción, se bombea a través de pozos y se deposita en piletas poco profundas, buscando que se evapore con el calor solar. Esta evaporación hace que se forme cloruro de sodio (ClNa) y otras sales solubles en las piletas, durante este tiempo, el cloruro de litio (ClLi) permanece disuelto en el agua por ser más insoluble. A pesar de que el ClLi no se precipita, la evaporación del agua hace que la sal aumente su concentración, esto significa que se tiene la misma cantidad de sal en un menor volumen de agua. Posteriormente, a esta salmuera concentrada se combina con carbonato de sodio (CO₃Na₂). Así, el ión de sodio (Na) del carbonato se junta con Cloro (Cl), mientras que el ión carbonato (CO₃) se agrupa al Li, dando como resultado el carbonato de litio (CO₃Li₂) (Calvo, 2017; Castello & Kloster, 2015).

La finalidad última de los procesos antes mencionados es obtener ciertos derivados, los más importantes en términos de su comercialización y uso son el LCE y el HXL, ambos se clasifican en grado técnico y grado de batería en función de su pureza.

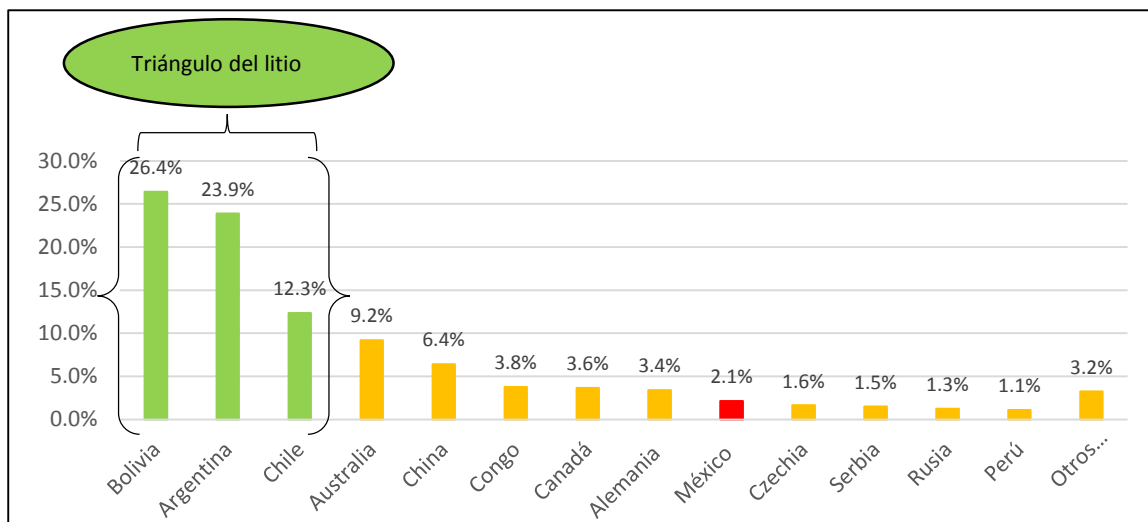
1.1.4 Definición de conceptos; recursos vs reservas

Es importante diferenciar los conceptos de *reservas* y *recursos* porque cada uno tiene un significado distinto y su interpretación puede dar lugar a confusiones. El servicio geológico de Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) define⁷ a los *recursos* como la estimación total de la presencia potencial del mineral en determinada región o país, este puede presentarse en estado, sólido, líquido o gaseoso o sobre la corteza terrestre, y puede ser sujeto de explotación actual o futura desde el punto de vista económico. Por su parte, las *reservas* son la parte del recurso en condiciones técnicas y económicas para ser extraídas, es decir, puede haber potenciales actividades de extracción y posterior procesamiento (United States Geological Survey, 2022).

Diferenciar estos dos conceptos es importante ya que los datos de reservas cambian constantemente en base a la factibilidad de la extracción y conforme se desarrollan inversiones por parte de las empresas. Por ahora, lo que es cierto es que el mineral se encuentra altamente concentrado en el llamado Triángulo del Litio (TDL de aquí en adelante) compuesto por 3 países: Bolivia, Argentina y Chile, quienes concentran 26.4%, 23.9% y el 12.3% de los recursos mundiales respectivamente, en conjunto, albergan el 67.2% de dichos recursos (gráfica 1), México cuenta con el 2.1% de estos recursos, lo que lo posiciona en el noveno lugar a nivel mundial (United States Geological Survey, 2022).

⁷ Summaries, M. C. (2022). US Geological Survey, Reston, VA 2022. DOI: <https://doi.org/10.3133/mcs2022>. (p.197).

Gráfica 1. Recursos mundiales del litio en 2021



Fuente: Elaboración propia a partir de información oficial de USGS, 2021.

Después de esta revisión técnica del mineral es posible generar la siguiente línea de comentarios; el litio es sin duda un elemento esencial en la elaboración de dispositivos electrónicos de gran demanda en la actualidad, tales como teléfonos celulares, computadoras y baterías eléctricas para VE; su uso en industrias de menor intensidad tecnológica como la cerámica, vidrios, grasas y lubricantes etc., es cada vez menor; es un mineral relativamente abundante en la naturaleza, sus formas naturales de presencia son las partir de salmueras continentales, las cuales representan el 58% de todo el litio mundial, le siguen las pegmatitas, cuyos yacimientos representan alrededor del 26%, mientras que las rocas sedimentarias representan el 9% restante; y que las dos formas de extracción más comunes dependen del tipo de yacimiento, destacan la extracción a partir de salmueras y a partir de rocas minerales, cabe destacar que la primera es más económica que la segunda, además de que la primera se lleva a cabo en el TDL y la segunda en Australia.

1.2 Mercado mundial del litio; evolución, perspectivas e implicaciones

En este capítulo se explica la importancia del litio como insumo primordial para diversos mercados, en particular para el de las baterías eléctricas y el automotriz, así como su importancia para las tecnologías de la información y comunicación (TIC'S) cuyos mercados ha experimentado un auge impresionante en lo que va del siglo el XXI y que se espera siga esta tendencia. Asimismo, se explican los aspectos económicos asociados al mineral en el plano internacional, tales como los precios, oferentes, demandantes y se aborda la distribución del consumo mundial de litio. Por último, se ofrece una explicación detallada de la cadena de valor de BIL a partir del sustento teórico del mismo nombre (cadenas de valor) con especial énfasis en los principales actores de la industria y de su estrategia de participación.

Todo esto para estar en condiciones de proporcionar un conjunto de reflexiones finales sobre el análisis del funcionamiento de dicha cadena, y que, a su vez, servirá como base para abordar el análisis comparado de inserción y escalamiento en esta cadena para México y Bolivia.

1.2.1 El litio y las tecnologías de la información y comunicación (TIC'S)

En un mundo como el nuestro, donde existe una gran presencia de tecnología en nuestro día a día ha cobrado relevancia el tema de la energía que se requiere para alimentar nuestros dispositivos, sobre todo se busca una manera adecuada para poder almacenarla, función para la cual el litio, a través de una sal que contiene los iones necesarios para producir reacciones electroquímicas, es capaz de hacer funcionar dichos dispositivos. Así, el principal uso del mineral en la actualidad es la elaboración de baterías eléctricas, sin éstas la tecnología no hubiera logrado desarrollarse tal como la conocemos. Pero aún con todo esto, no es correcto dejarse llevar por este diagnóstico debido a su simplicidad, si bien dichos productos son de alto valor agregado, la cantidad de litio requerida por estos aparatos es en realidad mínima, alrededor de 5 a 7 gramos por dispositivo (tabla 3) mientras que un VE requiere 10 mil veces más litio que un teléfono.

Tabla 3. Requerimientos de litio por producto

Producto	Litio (gr y kg)
Celular	3gr
Tablet	18 gr
Computadora	30 gr
Herramientas Eléctricas	30 - 40 gr
Vehículo Híbrido	1.60 kg
Vehículo Híbrido Enchufable	11.80 kg
Vehículo Eléctrico	< 20 kg

Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO (2020).

En realidad, hay otro factor importante que ha venido ganando terreno en los últimos años, y tiene que ver con las energías limpias y renovables, esto en el contexto del renombrado y bien conocido *Cambio Climático*, la idea básica es: ¿cómo transitamos de las energías fósiles a nuevas fuentes de energías que no contribuyan a la generación de gases de efecto invernadero y seguir en un sendero de crecimiento y desarrollo económico? Resulta que el litio también es importante para el almacenamiento de energías renovables como la solar y la eólica, de modo que la importancia del mineral en el contexto mundial reside precisamente en su invaluable contribución a la generación de energías renovables.

A partir de su importancia en la elaboración de tecnologías avanzadas, mismas que serán clave para la transición energética, no es difícil vislumbrar su potencial aporte como gran almacenador de energía en el futuro. En efecto, el mercado de VE parece

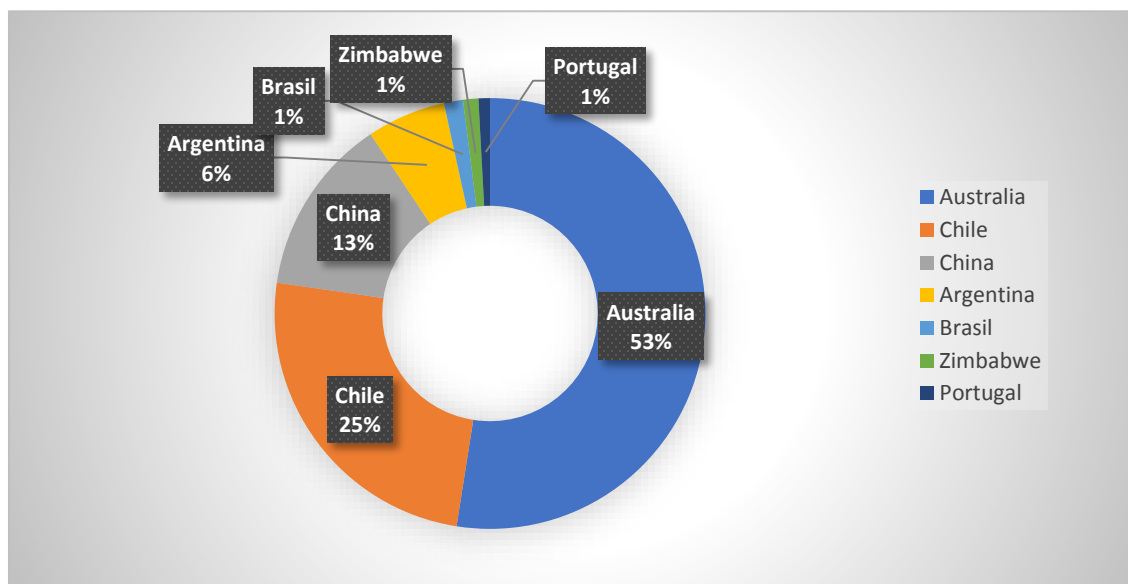
verdaderamente prometedor, impulsando la electromovilidad como energía alternativa pasando de 316 Gigavatios/hora (GWh) en 2019 hasta 1,211 GWh en 2025 (Morales, 2022), con esto con lo que se busca decir adiós a los motores de combustión interna y lograr reducir la generación de gases de efecto invernadero (GEI). Por esto el mineral es altamente demandado y se encuentra asechado por empresas privadas y gobiernos.

Dicho de otra manera, la seguridad de suministro del litio podría convertirse próximamente en un tema de seguridad nacional, incluso desde hoy las empresas de la alta tecnología han declarado prioridad dicho suministro, ya que será fundamental para la competitividad de empresas y países en la próxima década tal como lo fue el petróleo en el siglo pasado.

1.2.2 Producción

A nivel internacional, el mercado del litio experimenta un crecimiento notorio, tan solo en 2021 la producción mundial fue de 100,000 toneladas, lo que representó un incremento de 21% con respecto a 2020, cuando la producción mundial fue de 82,500 toneladas. La producción mundial se concentra en tres países; Australia, Chile y China, quienes explicaron el 90.6% de la producción⁸, cabe mencionar que Australia concentra más de la mitad de la producción mundial (United States Geological Survey, 2022).

Grafica 2. Producción mundial de litio, 2021



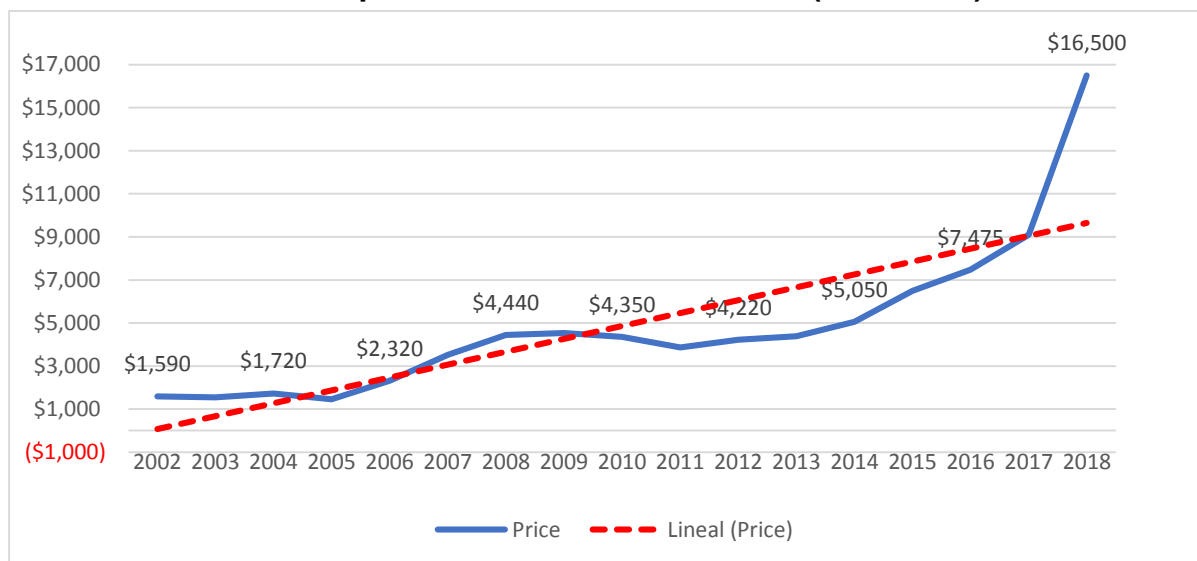
Fuente: Elaboración propia con base en United States Geological Survey (2022).

⁸ A su vez, la producción a nivel mundial de litio la realizan 4 empresas: Albemarle, Sociedad Química y Minera de Chile (SQM), FMC y Tianqi, mientras que otras empresas (Panasonic, Samsung SDI, LG Chem, entre otras) concentran el 90% del mercado de baterías. En varios casos, estas últimas participan directamente (como accionistas) en las empresas productoras para asegurar la disponibilidad del insumo (Ministerio de Energía y Minería, 2017).

1.2.3 Precios

Todo esto ha influido considerablemente en los precios, en vista de la creciente demanda y la incapacidad de respuesta de la oferta, se han registrado aumentos récord en el precio de la tonelada de LCE, pasando de \$3,530 en 2007 a \$16,500 en 2018 (Metalary , 2022).

Gráfica 3. Evolución del precio del Carbonato de Litio (2002-2018)



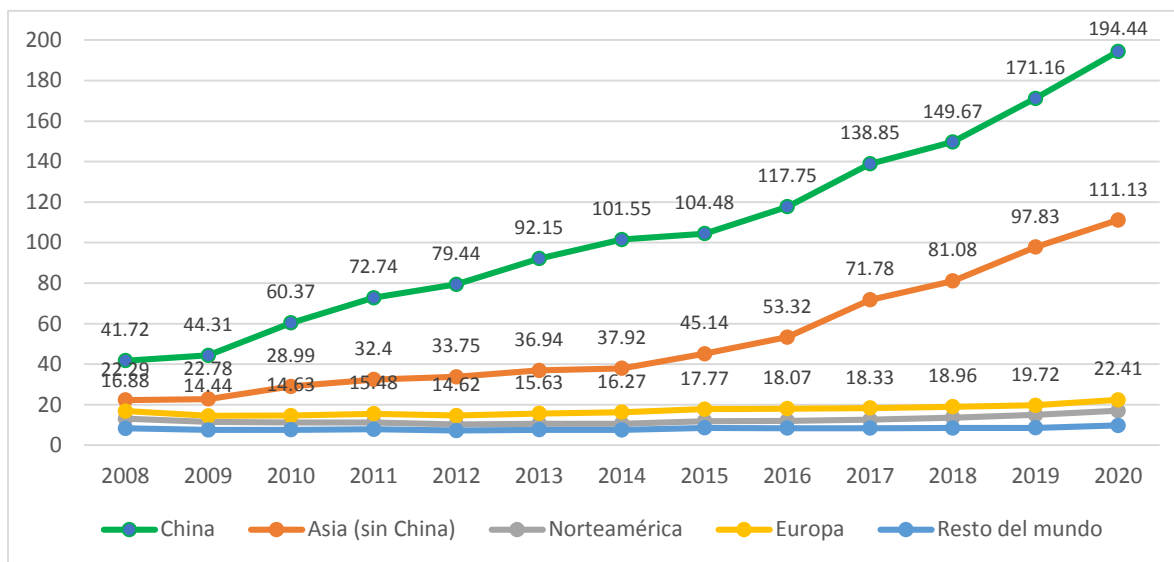
Fuente: Elaboración propia con base en información de Metalary (2022).

1.2.4 Oferentes y demandantes

Durante la segunda mitad del siglo XX China concentró el mayor consumo de litio, tendencia que se asocia con la estrategia de circulación dual que se explicará en breve. La visión de largo plazo del país busca asegurar el suministro del mineral ha rendido frutos, ya que se ha consolidado como el principal productor de baterías eléctricas a nivel mundial, todo esto gracias al privilegiado acceso a la materia prima y después de un arduo trabajo durante las dos primeras décadas del siglo XXI, época en que logró consolidar una infraestructura adecuada y acorde a las necesidades que ya vislumbraban para dicha cadena, dicho de otro modo, su prominencia ha sido el resultado de una estrategia bien definida que le ha tomado años construir (Morales, 2022).

En línea con esto, algunas de las medidas más importantes que ha implementado China tienen que ver con incentivar directamente la electromovilidad nacional a través del otorgamiento de créditos a los productores automotrices para la producción de VE, además de un trabajo conjunto entre gobierno y empresas para garantizar que sean accesibles para la clase media y baja de la población. Esto se ve reflejado en el precio promedio de un VE en china, que asciende a tan solo 126,000 pesos mexicanos, es decir, a pesar de que no son de alta gama, son accesibles y por lo tanto un gran incentivo (Cámara de Diputados, 2022).

Gráfica 4. Consumo mundial de litio 2008-2020 (miles de toneladas métricas de carbonato de litio)



Fuente: Elaboración propia con base en Cámara de Diputados (2022).

Esta es una de las tantas formas en las que China poco a poco busca sustituir la flota vehicular de combustión interna. Otro grupo que sin duda merece atención es el grupo Asia (sin China), que básicamente agrupa a Japón y Corea del Sur, países que en conjunto concentran un gran consumo de litio ubicándose detrás de China. Estos países son actores importantes en industrias como la electrónica y la electromovilidad, factores que explican el alto consumo de litio de ambos países (Cámara de Diputados, 2022).

1.2.5 Principales actores del mercado

La región del TDL es la más importante en términos de recursos, pero en realidad solo Chile y Argentina figuran en la lista de los principales productores de litio a nivel mundial junto a países como Australia y China, a pesar de contar con pequeños yacimientos del mineral, son quienes encabezan la producción mundial., de hecho, el TDL registró una ligera contracción en el nivel de concentración del litio, que pasó de 68% en 2018 a 67.2% en 2022 (United States Geological Survey, 2022).

Si bien es un retroceso marginal, es resultado de nuevos descubrimientos en otros países ante el panorama de insatisfacción de la demanda, es decir, la producción mundial de litio no ha sido suficiente para satisfacer la creciente demanda del mineral, misma que es impulsada en gran medida por países como China, quien es el principal consumidor del mineral (39%) también por Corea del Sur (20%) y Japón (18%) (GeoComunes et al., 2021). Por otra parte, es interesante el contrasta de la relación entre las exportaciones e importaciones del mineral, ya que las primeras provienen tanto del centro como de la periferia, mientras que con las importaciones ocurre a la inversa, son

países ricos (países periféricos no importan litio a gran escala) los que más importan litio, destaca el bloque asiático; China (no es rico pero es el mayor consumidor de litio), Corea del Sur y Japón, responsables por sí mismas de casi el 80% de la demanda mundial; el bloque europeo formado por Alemania, Gran Bretaña, Bélgica y Francia que explican el 10% de esta demanda, finalmente América del Norte con tan sólo un 6%. Estos países, principalmente los del bloque asiático, son líderes de la electrónica en el mundo (Fornillo et al., 2019).

Vale la pena hacer mención del caso de China y aclarar algunos puntos de su estrategia, pues se espera que siga siendo uno de los actores que más influyan en la cadena de valor de BIL en el mediano y largo plazo, por lo que merece un pequeño apartado particular. China es el tercer productor de litio más importante del orbe por cuarto año consecutivo, hecho que no merece ser ignorado ya que el país tan sólo cuenta con el 7% de los recursos mundiales. Esto es resultado de la “estrategia de circulación dual” que China ha implementado durante la última década. De manera muy resumida, tiene que ver con reducir la dependencia de terceros, buscando reducir los impactos económicos de la profunda integración comercial en un mundo globalizado, es decir, el énfasis del aparato productivo se orientó hacia el mercado interno. Bajo este paradigma y en relación con el litio, el país buscó asegurar el suministro, que proviene principalmente de Australia, quien es el principal productor mundial de litio y país vecino de China, estas condiciones le permitieron desarrollar una floreciente y productiva cadena de valor de litio (Morales, 2022).

El ejemplo claro de la supremacía China es su capacidad de refinación, actualmente refina dos terceras partes de todo el litio del mundo y es el único actor con presencia en toda la cadena de valor, es decir, desde la extracción de la materia prima hasta la producción/ensamblaje de las valiosas BIL, e igualmente realiza cuantiosas inversiones en países estratégicos como Chile, Australia, y más recientemente en México. Esto pone en evidencia su alto interés en seguir capitalizando su participación en la industria y de seguir consolidándose como actor fundamental. Se espera que en pocos años China pase a ocupar el segundo lugar en cuanto a producción mundial de litio, desplazando a Chile, si es que éste último no consigue aumentar su producción (Morales, 2022).

No son pocos los medios que con frecuencia, ensalzan en sus titulares que China dominará gran parte de la industria, por ejemplo, una nota de Forbes compara el auge del mineral con los inicios de la industria del petróleo usando el siguiente ejemplo: en los inicios del auge del petróleo fue EE. UU., quien se consolidó rápidamente como el principal productor y consumidor del *commodity*, pero la combinación del agotamiento de los yacimientos y la ausencia de nuevos provocó que el país dependiera de la producción extranjera, aunque siguió siendo el principal consumidor. Buscar asegurar el suministro del *commodity* llegó a ser un asunto de seguridad nacional. En contraste, en este siglo

es cada vez más evidente que existen oportunidades de transitar hacia nuevas fuentes de energía, no sólo porque el planeta lo necesita debido al Calentamiento Global, sino porque resulta más eficiente que seguir sustentándonos en base a combustibles fósiles. De acuerdo con las estimaciones del crecimiento de la electromovilidad, en Estados Unidos las empresas automotrices esperan que 40% o 50% de ventas de automóviles nuevos en 2030 sean eléctricos, mientras que en otros países las estimaciones son similares, dicho de otra forma, la expansión de la electromovilidad será inminente, y en el contexto del comparativo de las dos industrias, si el litio es análogo a lo que fue el petróleo, entonces la producción de baterías eléctricas equivale a las refinerías y plantas que transforman el petróleo en productos terminados (Forbes, 2022).

Indudablemente, la reciente revisión de la situación del mercado permite identificar que hay actores que han tenido mejor desempeño que otros. De manera que la pregunta obligada es ¿cómo logran dichos países, a partir de los recursos de litio con los que cuentan, poder incursionar de manera exitosa en el plano internacional?, y ¿cómo es posible que Bolivia, teniendo los mayores recursos probados de litio a nivel mundial, no figure ni siquiera como productor mundial?

Para intentar contestar estas preguntas es necesario averiguar qué tipo de estrategias siguen estos países, y a su vez, esto exige utilizar un marco de análisis que permita entender tales estrategias. Para tal fin, en la segunda mitad del siglo pasado la teoría puso a nuestra disposición el enfoque teórico de las cadenas de valor, que nace como un intento de explicar la globalización. Esta propuesta intenta explicar el funcionamiento de la integración global de la economía, el tipo de participación de los países en estas, así como la influencia de las cadenas en el crecimiento y desarrollo económico de los países.

1.2.6 Cadenas de valor (sustento teórico)

El concepto de cadena de valor fue propuesto por autores como Kogut (1984) y Porter (1990), en principio como una herramienta metodológica para estudiar los fenómenos propios de la globalización, su propósito es analizar la secuencia de actividades de las empresas y trabajadores, desde el diseño de productos o servicios hasta su venta o consumo final es decir, no se limita al análisis tangible de bienes o servicios, sino que contempla el amplio rango de actividades asociadas a la comercialización y distribución; cada actividad o eslabón de la cadena productiva agrega nuevo valor (Gereffi & Fernandez, 2011; Schteingart et al., 2017).

Una de las fortalezas de este enfoque teórico es que permite entender fenómenos⁹ que ocurren con mucha frecuencia en la realidad, particularmente en

⁹ El problema tiene que ver con lo siguiente: el análisis económico parte del supuesto de rendimientos decrecientes, postulado teórico que no es aplicable a todos los campos de la economía, ya que su contraparte, los rendimientos

empresas multinacionales de alta tecnología y que la teoría económica convencional no ha logrado explicar. Este tipo de fenómenos son los rendimientos crecientes de escala¹⁰ y las economías de escala¹¹.

Sobre esto, otras vertientes teóricas como *la teoría de redes* o *economía de redes*, propuesta por autores como Britto (2013), Economides, (1996) y Lootty & Szapiro (2013) proponen no perder de vista la capacidad de las empresas para establecer relacionamientos y conexiones. Empresas que son generalmente intensivas en tecnología y conocimiento, y precisamente por esta razón son más propensas a desarrollar economías de escala dada su tendencia a la integración vertical. Una posible respuesta al origen y desarrollo de los rendimientos crecientes y de las economías de escala viene ejemplificado por Arthur (1990) quien sostiene que algunos productos que presentan estas características incluyen computadoras, productos farmacéuticos, softwares, automóviles, y aviones, entre otros productos que son complicados de diseñar y fabricar, y que además requieren de grandes inversiones iniciales en I+D pero que una vez que se comercializan en gran escala los costos unitarios se abaratan y las ganancias aumentan.

De manera que, una vez estudiado el enfoque de CGV, se explicará con detalle la cadena de valor de BIL, el tipo de participación de las naciones, así como las estrategias de integración y sus implicaciones.

1.2.7 Vínculo entre las cadenas de valor y el litio

Ahora bien, la relación de esta propuesta teórica con la cadena de valor de BIL guarda estrecha relación, por ejemplo, el trabajo de (Moreno, 2015) parte de este enfoque para desarrollar su obra llamada *Cadena de Valor Global del Litio: Países e Ingresos Nacionales Brutos* en donde estudia el grado de participación de los países en la cadena global de valor teniendo como variable de interés el nivel de ingreso.

crecientes, han sido ignorados por la teoría por mucho tiempo, o al menos no considerados como si estos realmente pudiesen operar.

Una de las razones por las que se ignoraron las *retroalimentaciones positivas* (otro nombre que tienen los rendimientos crecientes) a pesar de haber evidencia de que realmente operaban, era la necesidad de rechazar la idea de un solo punto de equilibrio de la economía (conocido también como Equilibrio General Competitivo) que surgía del modelaje de sistemas estáticos, pero en la realidad las empresas operan en un escenario dinámico.

¹⁰ En economía los rendimientos de escala miden los resultados obtenidos a partir de la variación de algún factor productivo y sus efectos en la producción; los rendimientos decrecientes significan que, a medida que se aumenta la cantidad de algún factor de la producción ya sea el capital o el trabajo, el aumento en la producción resulta ser proporcionalmente menor al aumento en la cantidad del factor que modificado (Polinomics , 2022).

¹¹ En microeconomía, las economías de escala hacen referencia a la situación en la que una empresa es capaz de reducir sus costos a medida que aumenta su producción, las fuentes de éstas se asocian frecuentemente con (Lootty & Szapiro, 2013):

1. Ganancias de especialización.
2. Indivisibilidad técnica.
3. Economías geométricas.
4. Economías de los grandes números.

Es importante tener en cuenta que el concepto funciona sólo para el largo plazo.

Basándose en autores como Mudambi (2008) y Narula & Dunning (2010) Moreno destaca que los países desarrollados aportan alto valor agregado principalmente en dos etapas de las CGV: en etapas iniciales y las finales. Las iniciales que tienen que ver sobre todo con la provisión de servicios e intangibles (I+D), mientras que en las últimas estos mismos países se ocupan del marketing, del conocimiento, logrando influir incluso en etapas de distribución y comercialización. Paralelamente, países emergentes añaden poco valor a la cadena dada su orientación a la manufactura, siendo catalogados como *países rezagados*, o en *proceso de desarrollo* (Narula & Dunning, 2010).

Para explicar esta situación es necesario considerar el planteamiento de (Kogut, 1984) al respecto de la tecnología, ya que subraya que su importancia determina el tipo de participación que tienen los países en la cadena. Sus investigaciones destacan la relación de este factor con las ventajas comparativas y ventajas competitivas de los países, señalando que estas últimas dependen de la tecnología con la que cuentan las empresas a lo largo de la cadena de valor. Con base a lo anterior propone una serie de recomendaciones de política industrial en caso de tener o no dichas ventajas. Otros autores como Morrison et al., (2008) desde una postura crítica hacia la teoría economía convencional, coinciden con Kogout en cuanto a la importancia de la tecnología —que ellos denominan *capacidades tecnológicas*—, señalando que ésta se asocia con las habilidades, técnicas y organización de las firmas para poder utilizar de manera eficiente la tecnología.

Esto da pie a que Archibugi & Michie (1995) clasifiquen a los países en función de su contribución a ésta, identificando que existen países que “explotan la tecnología globalizada”, otros que realizan “colaboraciones tecnológicas globales” y finalmente los que participan en la “generación global de la tecnología”. Moreno (2015) concluye que los organismos internacionales como la (OCDE, 2013) en su intento por fomentar el comercio, son partícipes de que esta situación siga perpetuándose porque impulsa reformas unilaterales que favorecen la importación de bienes y servicios con la excusa de que se incrementará la productividad, pero que indirectamente hace más evidente dicha clasificación. Es así como estos autores consideran que las políticas impulsadas por los organismos internacionales no garantizan el uso eficiente de la tecnología, puesto que las propiedades del conocimiento y los canales de distribución son diferentes para cada país y para cada empresa.

1.2.8 La gobernanza de las cadenas de valor

Otro aspecto crucial de las cadenas de valor tiene que ver con su *estructura de gobernanza*. El concepto se refiere a lo siguiente: en una cadena de valor los actores y agentes son controlados directa o indirectamente por otros (Garrido & Nuchera, 2012), así, la *gobernanza* tiene que ver con el mecanismo por el cual se rigen las industrias globales, que son dirigidas frecuentemente por firmas líderes (multinacionales, altamente presentes en la economía global) que se encargan de gobernar la cadena, lo que implica coordinar las tareas entre las empresas participantes. La empresa líder tiene capacidades (tecnológicas, innovadoras, etc.) que le permiten tener cierta ventaja

monopólica sobre las otras empresas. Existen cadenas de valor dirigidas por el comprador (CDC) y otras dirigidas por el productor (CDP). El adjetivo “dirigido” se asocia directamente con la estructura de control de las cadenas, atribuyéndole al mismo Porter la introducción de esta tipificación. Esta clasificación fue reforzada y complementada por Gereffi (2007), señalando que las CDC son usuales en industrias débilmente tecnológicas, que por lo general suelen ser minoristas como Walmart, Costco, y hasta marcas reconocidas, como Nike o Adidas, mientras que las CDP se presentan en industrias de la alta tecnología con gran coordinación de las redes de producción hacia atrás y hacia adelante, tales como la industria automotriz, de computadoras o farmacéuticos (Cabrera, 2012).

En lo que refiere a la cadena de valor del litio, en su vertiente de baterías, es fácil ver que se trata de una CDP debido a que son empresas automotrices como TESLA, Ford, General Motors, Hyundai e incluso Apple los principales demandantes de baterías. Una vez definido el tipo de cadena del que se trata, se debe hacer especial énfasis en que estas compañías basan su estrategia en el acceso privilegiado a la tecnología con la que cuentan, lo que se califica por algunos como rentas tecnológicas, en otros términos, la fabricación de autos y dispositivos móviles requiere de componentes tecnológicos avanzados, que a su vez requieren de elementos y productos clave, todo un conjunto de procesos, el famoso *know-how*.

Estos elementos están única y exclusivamente bajo la propiedad de estas compañías, de manera que controlan factores vitales como el diseño de productos, nombres de la marca e incluso la misma demanda del consumidor. Así, su grado de influencia en la cadena (hacia atrás o hacia adelante, desde las materias primas hasta la distribución) es tal que pueden liderar casi por completo las cadenas donde participan, en especial en los últimos eslabones donde la renta es mayor gracias a la alta concentración y barreras a la entrada a nuevas compañías (Gereffi, 2001).

Para comprender la gobernanza se requiere identificar sus tipos, autores Gereffi et al., (2005) han identificado las siguientes formas de gobernanzas que se listan en la tabla 4. En la práctica puede y suele ser una combinación todas éstas.

Tabla 4. Modelos de gobernabilidad en las cadenas de valor

Modelo	Descripción
Mercado	La relación entre las empresas e individuos no va más allá de las transacciones de bienes y servicios por dinero, el principal mecanismo de control es el precio, por lo que siempre se buscan proveedores con precios competitivos. Se dice que la asimetría de poder es muy baja porque ambas partes, proveedor y cliente trabajan con múltiples socios.

Modular	En este caso, el proveedor produce en base a las especificaciones del cliente, y son responsables de la calidad de los procesos tecnológicos que emplean. De igual forma, en este tipo de gobernabilidad se considera que existe una baja asimetría de poder por parte de la firma líder, ya que en muchas ocasiones trabaja con múltiples socios.
Relacional	Existe una asimetría de poder balanceada o simétrica debido a que tanto al proveedor como el cliente dependen el uno del otro, esto como resultado de la especificidad de los activos. A menudo, este tipo de gobernanza se encuentra basada en relaciones que la empresa ha cultivado en el tiempo, también en aspectos como la reputación, lazos familiares e incluso en aspectos étnicos
Dirigida o Cautiva	En este tipo de gobernanza la empresa tiene un alto grado de control, debido a que los proveedores deben suministrar grandes cantidades de insumos a una empresa muy grande, de modo que la empresa monitorea muy de cerca sus actividades. En este sentido, es claro ver que hay un grado de control evidente de la empresa.
Jerárquica	Como su nombre lo dice, hay una clara jerarquía entre los participantes de la cadena. La empresa está verticalmente integrada, por lo que existe un control directo continuo desde los directivos hacia todas las partes y participantes de la cadena de valor.

Fuente: Elaboración propia con base en Sandoval (2012).

1.2.9 Tipo de integración económica

El concepto de *integración económica* de una empresa tiene que ver con el grado de control de las empresas sobre sus actividades. Dado que las cadenas de valor constan de distintas etapas de producción y diversas formas de obtener el producto final, es muy importante un conjunto de factores como: disponibilidad de insumos, mano de obra capacitada, bienes y servicios complementarios, número de participantes en el mercado y potenciales incursores, situación de los competidores, mercado e industria que se trate. Es decir, las empresas tienen en cuenta todos estos aspectos para poder elegir el tipo de integración económica, siempre buscando la forma de organización más eficiente que permita incrementar la competitividad y su participación en el mercado (Sandoval, 2012).

Bajo esta línea de argumentación, Coase (1937) sugiere que el tipo de integración de las empresas se encuentra estrechamente relacionado con los costos del uso del mercado, es decir, la empresa busca reducir estos costos absorbiendo más actividades

por ella misma (integración vertical), por ende, la empresa se integrará. Es importante recalcar que Coase comparte esta postura considerando la influencia de conceptos como los costos de transacción¹² y las economías de escala¹³ (Tamayo & Piñeros, 2007).

Integración vertical

Para fines del presente trabajo se pondera la integración vertical¹⁴ porque las empresas participantes en la cadena de valor de BIL optan por este tipo de integración gracias a los beneficios que provee, aunque no se pierde de vista la integración horizontal¹⁵. Existen variaciones de estas dos formas de integración, se elegirá una u otra dependiendo de las condiciones a las que se enfrente la empresa (Vicent, 2000).

Se dice que una empresa está integrada verticalmente cuando interviene en actividades productivas complementarias al bien o servicio del que se trate. En otras palabras, la integración vertical es la situación en la que las empresas participan en distintas fases de la cadena productiva. El grado de integración estará en función del

¹² Los costos de transacción son los costos de utilizar el mecanismo de precios (hay costos para descubrir información, comunicación, negociación, y resolución de transacciones entre las partes) en vez de organizar la producción de determinado bien o servicio al interior de una empresa Coase (1937).

¹³ Incorporar las economías de escala al análisis torna la situación interesante, ya que las industrias intensivas en conocimiento son capaces de disminuir sus costos medios debido a que, con el tiempo, la práctica, y sobre todo el desarrollo tecnológico se propicia el aprendizaje y la eficacia de la maquinaria utilizada en los centros de producción, logrando así aumentar la producción y disminuir costos simultáneamente. Esto hace que las empresas prefieran una integración vertical Coase (1937).

¹⁴ Los siguientes son algunas de los motivos económicos que Tamayo & Piñeros (2007) destacan como grandes incentivos de una integración vertical.

- **Control de costos:** las actividades que antes desarrollaban terceros se trasladan a la empresa, también se trasladan los costos. Una vez que estos se conocen a detalle se previenen situaciones adversas (percance y/o eventualidad con proveedores o distribuidores) y que su actividad sea fundamental para la empresa. También ayuda a disminuir el poder de los proveedores.
- **Reventa:** la empresa debe evitar cualquier tipo de incidentes relacionados con la reventa del producto o servicio, esto podría darse en las últimas etapas del proceso productivo por empleados coludidos que busquen obtener beneficios monetarios. Esto daría muy mala fama a la empresa porque el precio del bien o servicios presentaría alteraciones considerables, esto dejaría sin certeza a los consumidores finales y a los centros de distribución oficiales.
- **Calidad en componentes clave:** la calidad de las partes intermedias del bien o servicio es un aspecto importante, la integración vertical permite crear mecanismos de control.
- **Estrategia de diferenciación:** el éxito de las empresas tiene que ver con características específicas de sus productos y servicios, es otras palabras, la diferenciación es un factor clave, en este sentido, la fabricación de componentes con características únicas resulta indispensable.
- **One-stop-shopping:** una de las ventajas de la IV es que amplía el territorio de influencia. La empresa puede ofrecer bienes y servicios complementarios a los consumidores en una combos o paquetes, evitando que el consumidor tenga que desplazarse para comprar los bienes por separado. A esto se le conoce como compras de una sola parada.

¹⁵ situaciones en las que las empresas suelen concentrarse en actividades específicas de la cadena de valor, para lo cual hacen alianzas, se unen y/o adquieren a sus competidores

grado de participación de la empresa en la cadena del proceso productivo (Tamayo & Piñeros, 2007).

1.2.10 Relación de las cadenas de valor con el crecimiento y desarrollo

De acuerdo con Pérez (2019) existen al menos 3 posturas diferenciadas sobre la relación de las cadenas de valor y el desarrollo económico.

1. La primera puede calificarse de *mainstream* por ser la postura que predicen los organismos internacionales; llámese FMI, OCDE, ONU, OMC. Esta concepción es usada generalmente para la formulación de recomendaciones de libre comercio a países en vías de desarrollo¹⁶ y da por sentado que participar en las CGV enciende en automático el proceso de desarrollo económico en los países participantes.
2. La segunda postura es defendida por académicos que no están completamente de acuerdo con la postura anterior, en particular porque califican de simplista la idea de que una mayor apertura comercial es garantía de desarrollo económico. En su lugar proponen el concepto de *upgrading* para subrayar que la participación nacional debe buscar escalar hacia productos de mayor valor agregado, y que esto requiere fundamentalmente del apoyo estatal a través de la implementación de políticas industriales y sectoriales que fomenten este tipo de actividades. Estas medidas son claves para mejorar las ventajas y crecimiento económico obtenidas como resultado de la inserción, sus defensores más ávidos son los neoshumpeterianos.
3. Mientras que la tercera exige que la integración a las CGV sea el detonante para fortalecer los sistemas nacionales de innovación (SNI) con el objetivo de disminuir la dependencia de países avanzados. La base de este planteamiento parte de que la participación en estas cadenas no implica necesariamente un proceso de aprendizaje para el país participante (hecho que debe ser fundamental) y es que, además de la oportunidad de participar en nuevos mercados también está la oportunidad de apropiarse de la tecnología extranjera y absorber los conocimientos que se usan en estas. De lograrse, el país partícipe podría ser menos cautivo de los líderes de las cadenas en la medida que implemente otro tipo de participación en la cadena, los casos de éxito de integración en las CGV se han basado en estas ideas (Matos, Cassiolato, Marcelino, & Podcameni, 2015).

¹⁶ Esta visión busca promover en los países en desarrollo políticas que apunten hacia regímenes de inversión abiertos, predecibles y transparentes al tiempo que no admiten medidas proteccionistas por lo negativo que puede ser para la inversión extranjera. La crítica evidente a este tipo de concepción es que es muy general y no tiene en cuenta aspectos como segmentos, sectores, países, actores lapsos de tiempo o condiciones estructurales de los países a quienes recomienda dichas medidas (Pérez, 2019).

2. Análisis del funcionamiento de la cadena de valor de BIL

Antes de comenzar este capítulo, conviene recordar que un análisis que toma como unidad de análisis la cadena de valor permite considerar todas las actividades en las que se involucra una empresa, puesto que cada una de ellas puede influir sustanciosamente en el desempeño de la empresa. En este sentido, esta unidad de análisis es capaz de analizar con lujo de detalle las actividades estratégicas, a través de comprender mejor los costos y las potenciales fuentes de ventaja (Porter, 1990).

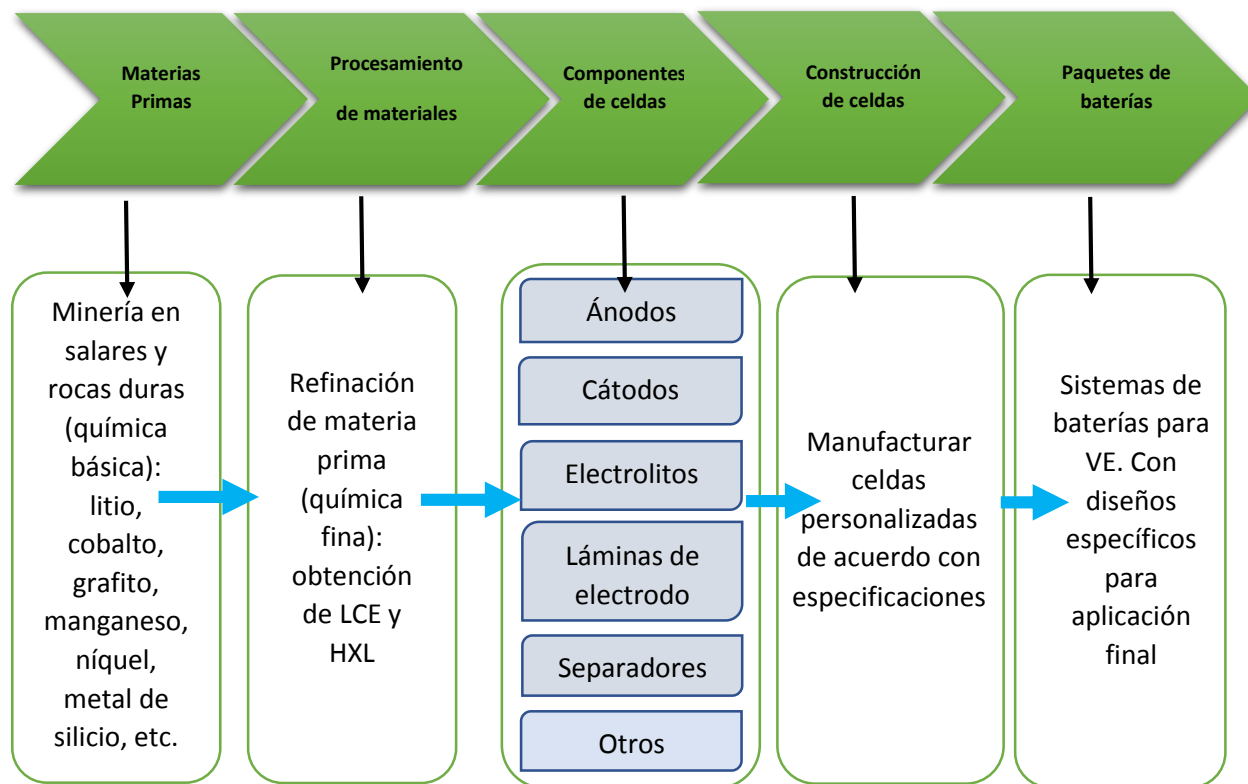
Así, para entender la importancia del litio para la economía mundial resulta imprescindible un análisis de lo que en la actualidad es su cadena de valor más importante, la de las baterías para VE. Cabe mencionar que no es el único mineral requerido, de hecho, hay todo un conjunto de minerales adicionales como el níquel, manganeso, cobalto, aluminio y grafito de igual importancia. Por esto mismo, hay quienes aseguran que la ventaja inicial en términos de acceso a la materia prima no asegura una inserción exitosa en la cadena, puesto que, además, se requiere de una garantía de suministro de los minerales antes mencionados, sin mencionar el conjunto de condiciones básicas para el establecimiento de ciertas etapas de la cadena en determinado país o jurisdicción (The Payne Institute for Public Policy, 2020)

En el caso del TDL la ventaja de recursos es evidente, si bien esto puede atraer actividades de los siguientes eslabones a la región, no se debe perder de vista que las empresas extranjeras dominantes de los primeros eslabones pueden imponer trabas al suministro en estos países, es decir, nadie niega la necesidad de una infraestructura regional para procesos de refinación y procesamiento, pero en la medida en que estas empresas sigan influyendo en el precio y volúmenes de producción será más complicado el escalamiento en la cadena. Se puede decir sin lugar a duda que, a excepción de Bolivia, el TDL está a merced del capital extranjero, y que su influencia sobre muchos procesos relativos a la gestión del mineral también (Quinteros, 2020).

2.1 La cadena de valor de BIL

La siguiente figura explica de manera resumida el funcionamiento de la cadena de valor de BIL, la cual se conforma de cinco eslabones principales (pueden considerarse cuatro o incluso seis en función del nivel de detalle) y van desde la materia prima hasta la fabricación de las baterías (Quinteros, 2020). Después se procede a explicar en detalle las actividades y los involucrados en la cadena, tales como las principales empresas y su nivel de producción, dónde se encuentran y cuáles son las tendencias productivas en el mediano plazo, todo esto con la finalidad de entender su funcionamiento, y en qué grado nuevos actores pueden participar.

Figura 1. Cadena de valor de las baterías de litio



Fuente: Elaboración propia en base a (Quinteros, 2020).

2.1.1 Eslabones iniciales

Se denomina eslabones iniciales o aguas arriba a las actividades iniciales de la cadena de valor, los que son considerados en este apartado son los primeros dos: a) materias primas y b) procesamiento de materiales.

a) Materias primas

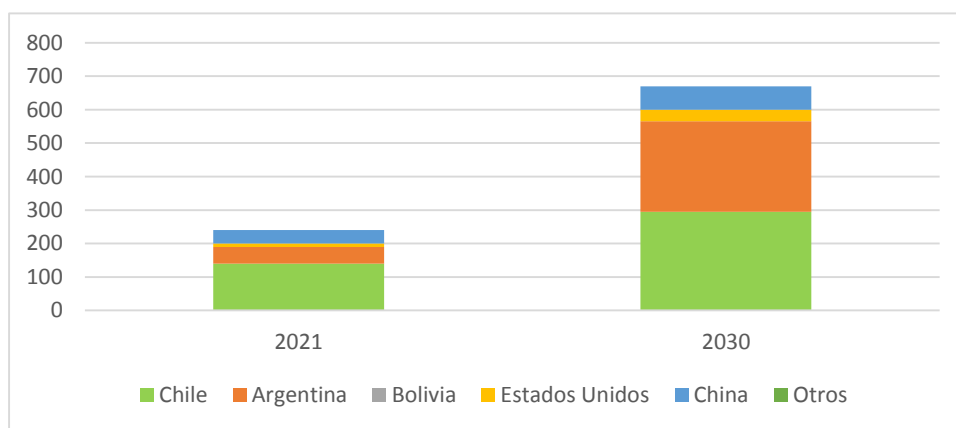
Esta es la actividad inicial de la cadena y tiene que ver con la extracción del litio como materia prima, por lo general se trata de minería a cielo abierto, por lo que es importante considerar el tipo de yacimientos, pues tal como se dijo en líneas anteriores, la extracción a partir de yacimientos de salmuera es más barata con respecto a la extracción a partir de minerales (rocas), esto significa que el tipo de yacimientos es de entrada un factor importante debido a que incide directamente en la rentabilidad. Por obvias razones, en el primer eslabón destacan empresas de tradición minera experimentadas en la industria del litio, mientras que en el segundo destacan empresas químicas. El análisis del primero de ellos se presenta a continuación.

2.1.1.1 Actores importantes a partir de salmuera

El TDL posee las reservas más grandes de litio en salares, es natural que países como Chile y Argentina lideren la producción de litio a partir este tipo de yacimiento. Destacan 4 empresas productoras: SQM y Albemarle en Chile y Allkem (antes Orocobre) y Livent¹⁷ en Argentina, en conjunto, estos 4 actores representan el 73% de la producción mundial de litio proveniente de salares en 2021, resto es cubierto por China y Estados Unidos.

Las estimaciones prevén que la capacidad de producción crecerá en gran medida en Argentina puesto que el país tiene un gran número de proyectos en puerta, a su vez, en Chile se espera que la producción se duplique a partir de los nuevos planes contemplados por SQM Y ALB. Por su parte, Bolivia no se contempla como competidor importante al menos hasta 2030 (Quinteros, 2020; Jiménez & Sáez, 2022).

Gráfica 5. Oferta de litio de salares por país, 2021 y 2030 (en millones de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con base en Jimenez & Saez (2022).

Antes de avanzar, es importante tener en el radar que existen críticas de los métodos de extracción del mineral, pues sostienen que son obsoletos o anticuados en relación con la tecnología actual, pues para la extracción se requieren grandes cantidades de agua, misma que escasea en la región por ser una zona árida. Esta crítica encuentra sustento en los tiempos de espera, es decir, que para obtener los concentrados de litio se requieren de periodos de tiempo muy largos. En contrapartida, la tecnología actual permitiría reducir dichos tiempos y al mismo tiempo reducir la

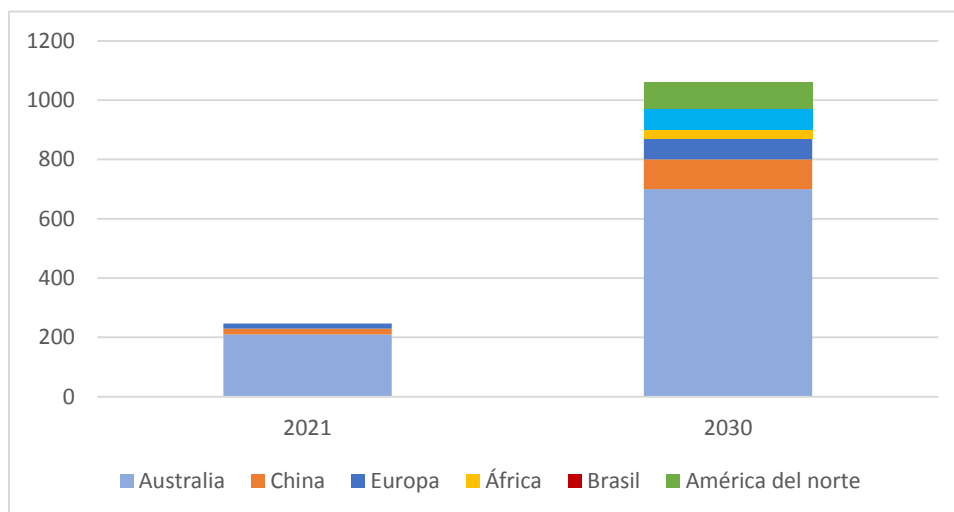
¹⁷ Livent es una firma norteamericana que cuenta con una amplia experiencia en la industria del litio. Se fundó en Filadelfia en 1928 como Food Machinery Corporation (FMC) aunque no ingresó a la industria del litio hasta 1985 a través de la adquisición de Lithium Corporation of América, y desde 2018 cambio su nombre a Livent. Es la compañía preferida por los principales productores de baterías eléctricas que confían en ella por la calidad de sus cátodos (Jones et al., 2021).

cantidad de agua que se necesita como insumo¹⁸, es decir, los procesos actuales son susceptibles de mejoras y las mineras podrían tener acceso a esta tecnología sin problemas. Con esto también se reducirían las externalidades que actualmente ya afectan a poblaciones aledañas a los salares en Chile y Argentina. Pero esto requiere inversiones adicionales, mismas que aumentarían el costo de producción y reducirían el margen de beneficios y la rentabilidad de las empresas (Quintero, 2022 en base a Zuleta y Garcés, 2020).

2.1.1.2 Actores importantes a partir de minerales

En lo referente a la extracción a partir de minerales es Australia quien lidera la producción en 2021, ya que aportó el 87% de la producción mundial de litio a partir de este tipo de yacimiento. Este hecho que no es poca cosa desde el punto de vista técnico, ya que la extracción a partir de minerales es más costosa, aunque esto no parece ser un problema para Australia, puesto que sigue consolidándose como el mayor productor de litio del mundo a pesar de las condiciones del recurso. La empresa principal en el país Talison (propiedad en un 50% de ALB, 25% de Tianqui¹⁹, y 25% de IGO) que representa el 42% de la producción total, a esta le siguen la china Ganfeng y la australiana Pilbara Minerals con 19% y 16% respectivamente.

Gráfica 6. Oferta de litio en forma de minerales por país (en millones de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con base en Jimenez & Saez (2022).

¹⁸ En la actualidad para producir una tonelada de litio se requieren alrededor de dos millones de litros de agua (Fairfield, 2021).

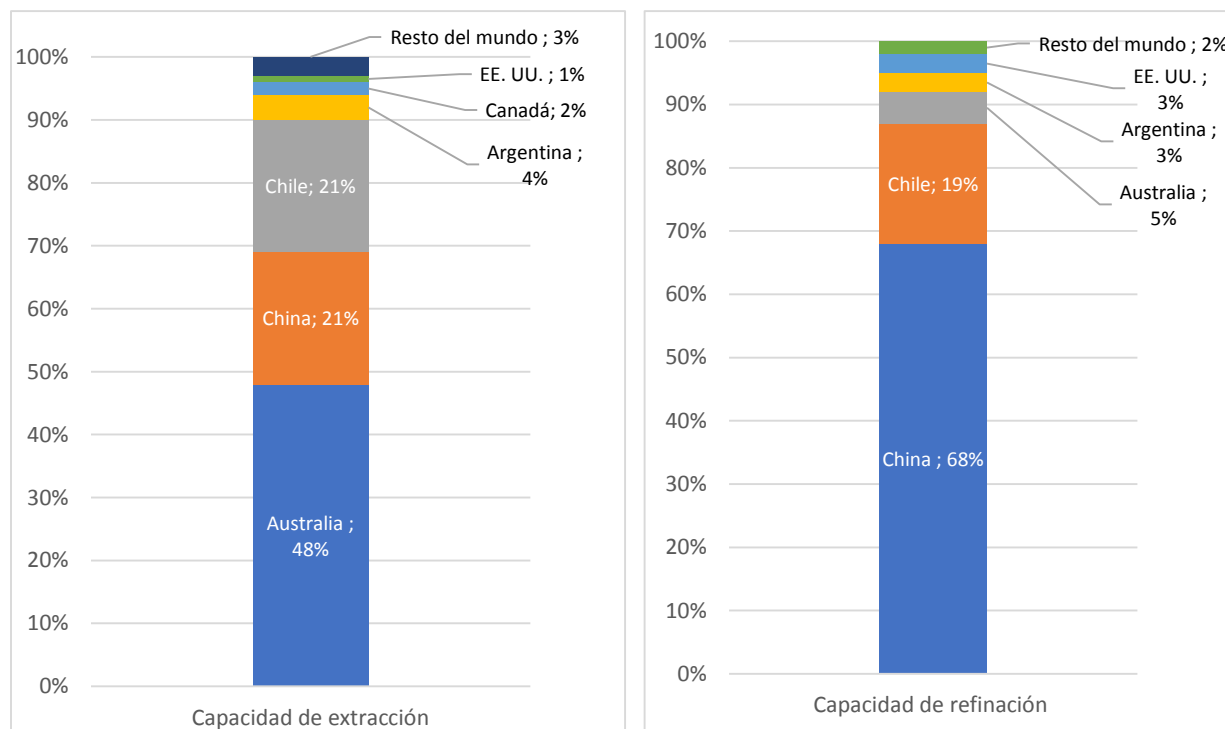
¹⁹ Esta firma inició operaciones recientemente, en 1995, y es actualmente una de las firmas mejor posicionadas gracias a su estrategia de adquisiciones en los países con mayores recursos de litio como China, Australia y Chile. En 2013 logró participación en la mina australiana Greenbushes adquiriendo el 51% empresa Talison en dicho país, así mismo, a través de esta subsidiaria trabaja mediante *joint venture* con Albermarle. Lo que sale a relucir es que, desde luego, sus plantas de procesamiento se ubican mayoritariamente en China, y en Australia (Quinteros, 2020).

Vale la pena destacar que el resto de la producción de litio a partir de minerales se concentra en china, por eso el país es capaz de refinar el 100% del litio proveniente de Australia. Las proyecciones para 2030 sugieren que Australia seguirá liderando la lista como principal productor mundial (gráfica 6), pero que es muy probable que se integren nuevos actores como Brasil, México y algunos países africanos y europeos derivado de la futura viabilidad de los yacimientos en arcillas (Jimenez & Saez, 2022).

b) Procesamiento de materiales

El segundo paso en la cadena es tomar dicha materia prima y transformarla en compuestos requeridos por las distintas industrias. Los compuestos más demandados son el LCE y el HXL, el primero es mayoritariamente usado en industrias como la cerámica, fármacos etc., mientras que el HXL se requiere en la elaboración de cátodos para baterías de VE (Casillas & Nava, 2018).

Gráfica 7. Capacidad de extracción y refinación de litio en 2022



Fuente: Elaboración propia con base en Compass Minerals (2022).

La producción de derivados de litio requiere una química avanzada y de plantas especializadas, por esta razón no es posible generarlos cerca de los yacimientos²⁰. Estos

²⁰ A excepción de Chile, donde se registra una planta de refinación de la empresa SQM ubicada en el Salar del Carmen. De esta forma el país tiene actualmente el 19% de la capacidad de refinación de litio del mundo (COMPASS MINERALS, 2022).

se producen en donde hay capacidad de refinación, encontrándose esta mayoritariamente en el extranjero. La gráfica 5 muestra dichas capacidades en 2022 para el conjunto de países más importantes de la industria. Como se ve, Australia lidera en cuanto a capacidad de extracción, mientras que China está presente en ambos rubros, pero destacando más en la refinación, siendo que posee más de la mitad de la capacidad de refinación mundial. De este modo, refinar casi el 70% de todo el litio del mundo no le representa un problema, y encima refina todas las demás materias primas mencionadas requeridas para la elaboración de BIL (COMPASS MINERALS, 2022).

Es menester mencionar que hay una clara diferencia entre los procesos de extracción y refinación, de modo que tener gran capacidad de extracción no significa mucho si no es posible refinar lo que se extrae. El valor agregado en este eslabón tiene que ver estrictamente con la capacidad tecnológica de las empresas, ya que se requieren conocimientos avanzados de química para lograr refinar el litio, y lo más más importante, se requiere de toda una infraestructura de plantas que permita llevar a cabo dicha refinación. Ambos elementos son inexistentes en el TDL, y por eso las empresas mineras líderes del primer eslabón entablan relaciones estratégicas con empresas químicas (quienes se ocupan de la refinación) para lograr fortalecer su ventaja a través de una mayor participación en la cadena y por ende mayor captación de rentas. En el caso boliviano, donde la apuesta de la industrialización del litio contempla en gran parte al estado, no se registran alianzas importantes entre el sector académico (público y privado) y la CORFO, en cuanto a proyectos que contemplen la creación de capacidad de refinación en el país, esto evidencia que en el corto plazo no se contará con esta capacidad. En este eslabón también es importante considerar minerales adicionales requeridos en el siguiente eslabón, es decir, para la fabricación de celdas, cátodos, ánodos, etc. Estos minerales no son originarios de la región del TDL, por eso, si se pretende producir estos dispositivos en la región, naturalmente los minerales primarios tendrían que importarse, lo que representa una clara desventaja. Además, la producción de los elementos mencionados (cátodos y ánodos) ya se encuentra distribuida en varios países y empresas, donde nuevamente destacan China, Japón y Corea (Quinteros, 2020).

2.1.2 Eslabones medios

c) Componentes de celdas

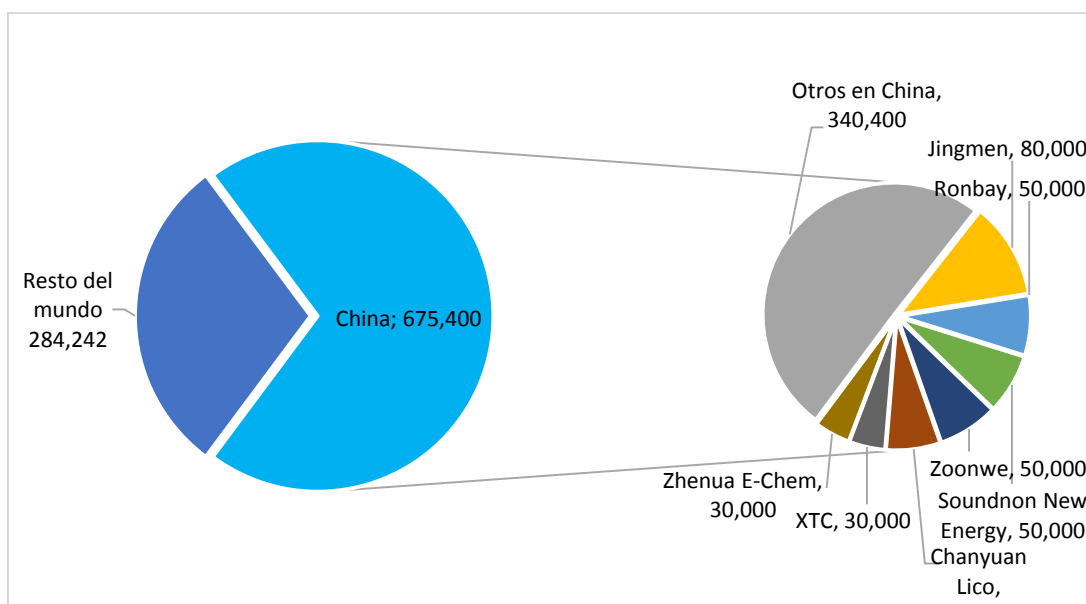
Los eslabones medios de la cadena tienen que ver con la fabricación de cátodos y ánodos²¹, separadores y electrolitos, piezas fundamentales de las baterías eléctricas para EV. Esta parte de la cadena se concentra principalmente en China, Japón y Corea

²¹ Para una descripción a detalle sobre los cátodos y ánodos y su importancia para los EV revisar la siguiente liga: <https://www.motor.es/que-es/anodo-catodo#:~:text=El%20c%C3%A1todo%2C%20por%20el%20contrario,de%20oxidaci%C3%B3n%20al%20recibir%20electrones.>

del Sur, países que en conjunto contribuyen al 90% de la producción mundial, pero aun excluyendo a estos últimos dos, China por sí sola da cuenta del 70.4% de la producción mundial de cátodos, dejando escapar tan sólo un 29.6% al resto del mundo (Roskill , 2020).

El amplio desarrollo que tienen estos países en este eslabón ha dado como resultado un suceso de particular interés, ya que es el eslabón en donde se registra mayor capacidad y competencia en términos de cantidad de fábricas y empresas involucradas, sólo por mencionar, en China se ubican las 5 mayores instalaciones de fabricación de celdas y 37 de las 57 plantas operativas del mundo. A pesar de que la mayoría tienen origen en los tres países antes mencionados, se podría hablar de una importante competencia y, por lo tanto, mayor eficiencia por parte de estas compañías. Muchas de estas empresas son pequeñas, pero en conjunto representan más del 50% de la capacidad nacional de China, muestra de la gran especialización con la que cuentan (Jones et al., 2021).

Gráfica 8. Producción de cátodos en el mundo en 2019 (en toneladas)



Fuente: Elaboración propia en base a Jones et al., (2021).

Es así como, incluso con la existencia de proyectos importantes de producción de cátodos en países europeos como Alemania, Hungría, Suecia y en menores proporciones en EE. UU., no se espera que estos logren superar el liderazgo de los países asiáticos, si bien no se descarta que el mercado se realice más cerca de los centros de consumo, como América del Norte y Europa, los países líderes (China, Corea y Japón) ya preparan alianzas con socios importantes y con visión de largo plazo para no arriesgar su liderazgo. El informe también resalta los cambios en la elaboración de los cátodos derivado de la búsqueda de las empresas buscan por reducir costos. Esto ha dado como resultado la sustitución de ciertos minerales por otros, por ejemplo, el

cobalto²² por el níquel, debido a que este último aporta mayor densidad energética y aumenta la durabilidad de la batería. En síntesis, con el paso del tiempo se esperan cambios importantes en el diseño de los cátodos y esto implicará que el litio ya no se use como LCE o HXL sino como litio metálico (Jones et al., 2021).

La renta de este eslabón, es decir, el valor agregado se asocia sobre todo con el acceso a tecnología especializada, mano de obra capacitada y experiencia en la relación de clientes y proveedores en el mercado de baterías, elementos que los países asiáticos concentran casi en su totalidad. Por lo tanto, a pesar de que algunos países del TDL – Bolivia y Argentina – tienen intenciones de absorber actividades de este eslabón mediante la instalación de centros de producción de celdas locales, resulta casi imposible por el dominio que actualmente tiene el mercado por parte de estas potencias. En tal sentido, el dominio asiático tiene una estrecha conexión con la historia misma del desarrollo de estos países, por ejemplo, es de todos conocido que Japón ha tenido una tradición orientada a la tecnología, el país es de facto un país consumidor de electrónica, aunado a esto, durante años los gobiernos han fomentado el desarrollo de estas industrias mediante políticas de apoyo a la I+D haciendo accesible el capital para el financiamiento de la capacidad productiva. En los hechos esto se ha traducido en la construcción de fábricas Quinteros (2020).

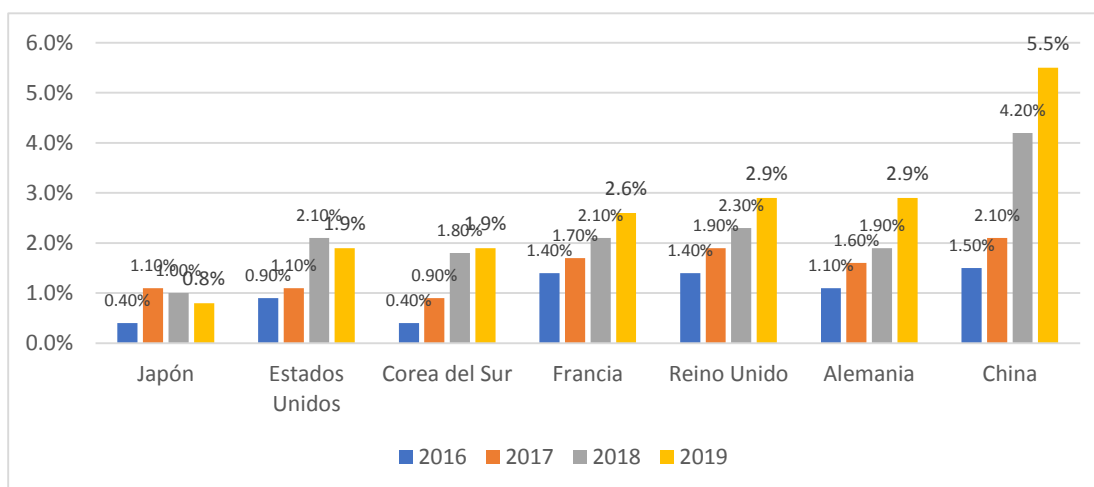
2.1.3 Eslabones finales

Los eslabones finales comprenden actividades principalmente de fabricación de celdas y de baterías (módulos de baterías). Las celdas en general son pequeñas y de distintas formas, y las baterías usualmente se empacan en módulos para estar listos para su uso final, ya sea para un VE, teléfono móvil u otro aparato electrónico. Antes del análisis correspondiente a estas etapas es conveniente tener en cuenta la siguiente premisa: cuanto más se avanza en la cadena de valor de BIL los mercados tienden a estar más regionalizados (incluso desde la fabricación de cátodos), y que los dos últimos eslabones, fabricación de celdas y baterías, tienden a localizarse en donde se encuentra la demanda (Jones et al., 2021). De manera que resulta fundamental saber dónde se ubica tal demanda, y en este sentido las ventas mundiales de VE son un indicador básico que ayuda a este fin, además de que su tendencia proporciona señales de la dirección futura de producción celdas y de baterías. Los números siguen rompiendo récords y acrecentando las expectativas del sector, derivado de que en 2021 se vendieron 6.6 millones de VE en el mundo, cifra no imaginada tan sólo una década atrás, cuando en 2012 se vendieron 112,000 unidades (International Energy Agency, 2022).

²² En los últimos años la relativa escasez de cobalto se tradujo en precios considerablemente altos, esta es la razón por la que se está mirando hacia el níquel, mineral que es abundante en Brasil, siendo que es el mayor productor de níquel, manganeso, grafito y aluminio del mundo (Jiménez & Sáez, 2022).

Esta cifra creció en 2022, pues al primer trimestre del año ya se han vendido 2 millones de unidades, registrando un crecimiento de 75% comparado con el mismo periodo del año anterior, los datos confirman que el 10% de los coches eléctricos vendidos durante los primeros 6 meses de 2022 son 100% eléctricos (Castillo, 2022). Pero ¿Quién está detrás de este aumento masivo en las ventas de autos eléctricos? Esta pregunta es importante porque es muestra, una vez más, de la clara ventaja de Asia, en especial de China, en prácticamente todos los aspectos. De hecho, el mismo informe revela que China fue la causa de más de la mitad del crecimiento de las ventas en 2021, pues al interior del país se vendieron más autos eléctricos que en cualquier otra parte del mundo, contabilizando 3.3 millones de unidades (International Energy Agency, 2022).

Gráfica 9. Penetración de la movilidad eléctrica en algunos países del mundo



Fuente: Elaboración propia con base en (González, 2020).

Esto es resultado en gran medida del objetivo del país por lograr que los VE²³ tengan una participación de mercado del 20% hacia 2025, cifra que actualmente ronda el 5.5% (González, 2020), para tal fin, el gobierno chino amplió el periodo de incentivos para la compra de VE hasta finales de 2022.

Las regiones que siguieron a China en términos de ventas de autos eléctricos fueron Europa y EE. UU., la primera con ventas totales en 2021 de 2.3 millones, mientras que el país norteamericano vendió poco más de medio millón de unidades, concretamente alrededor de 630,000 (International Energy Agency, 2022). A pesar de estas cifras de ventas en EE. UU., y Europa la penetración de estos con respecto a la flota vehicular total en países como Francia, Reino Unido y Alemania es de apenas 2.6% y 2.9% (Alemania y Reino Unido), ni siquiera Estados Unidos podría catalogarse como

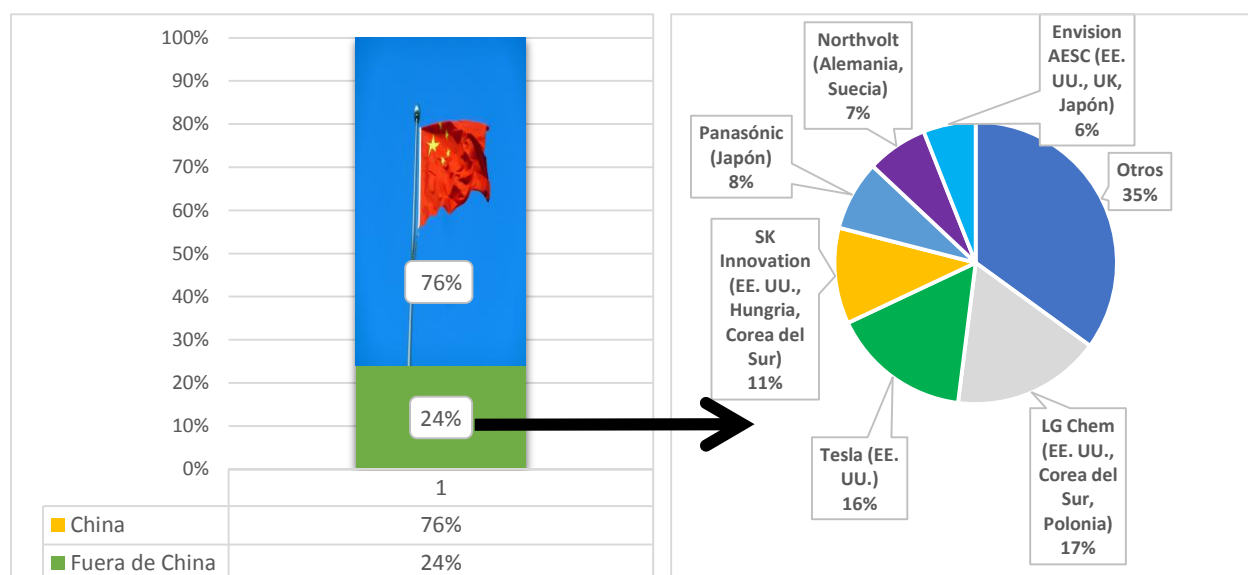
²³ Los vehículos de bajas emisiones suelen clasificarse bajo la siguiente categoría: vehículos eléctricos a batería o vehículos híbridos. Si bien ambos autos logran el objetivo de emitir menos emisiones, la diferencia se encuentra en que los últimos hacen uso de baterías y motores de combustión interna, mientras que el primero, tal como su nombre lo dice, es totalmente eléctrico (Ministerio de minería de Chile, 2019).

un país que destaque, pues en ese país el indicador se ubica en apenas 1.9% (González, 2020). Todo esto contrasta enormemente si el referente es China, país donde el indicador aumenta año tras año. Los fabricantes de VE, por su parte, pusieron a disposición de los consumidores más modelos, con lo que hoy en día cuentan con un rango de hasta 450 modelos diferentes²⁴, entre los más vendidos están algunos modelos de Tesla como el Tesla Model Y.

d) Construcción de celdas

Este penúltimo eslabón se encuentra dominado por China. De acuerdo con Jones et al., (2021) señala que el país posee el 76% de la capacidad mundial de producción de celdas, mientras que el restante 24% se disputa entre empresas de Estados Unidos, Corea del Sur, Japón y algunos países europeos como Reino Unido, Alemania, Suecia.

Figura 2. Capacidad mundial de producción de celdas



Fuente: Elaboración propia en base a Jones et al. (2021).

Esta capacidad surge como respuesta al boom de la movilidad eléctrica que ha experimentado China, de tal forma que ha hecho inversiones cuantiosas en este sector viéndose reflejado en el aumento de las fábricas productoras de celdas, el informe detalla que en 2015 se registraban tan sólo 33 fábricas de producción de celdas, mientras que para 2020 el número aumentó hasta 77, las estimaciones sugieren que hacia 2026 existirán alrededor de 107. Esto ha traído como resultado que, de una capacidad mundial estimada en 529 GWh, China concentre 404.38 GWh, la cual encuentra sustento en 23 empresas, donde destaca la firma CATL (con cuatro plantas que representan 82.5 GWh)

²⁴ Para información más detallada visitar la siguiente liga: <https://www.airbag.uy/Airbag/Fuerte-aumento-global-de-las-ventas-de-vehiculos-electricos-segun-un-informe-uc822593>

que con su planta en Nindge, catalogada como la instalación más grande del mundo por su capacidad de hasta 30 GWh, es una de las firmas mejor posicionadas de cara a una demanda cada vez mayor. El 24% de la capacidad mundial se alberga principalmente en Estados Unidos, Corea del Sur y Japón. En el caso del EE. UU., el actor más importante es Tesla, ya que cuenta con la gigafactory²⁵ más grande fuera de china ubicada en Nevada y recientemente anunció la construcción de una nueva planta en Shanghái y en Texas. Además, ha manifestado intenciones de producir sus propias celdas en su fábrica de California, estado fronterizo con México y cercano al yacimiento en arcilla de litio más grande del mundo ubicado en el estado Sonora. Por lo que no se descarta un potencial acuerdo de suministro del mineral entre ambos países hacia estos centros de producción a medida que los trabajos en este y otros yacimientos avanzan. (Jones et al., 2021)

Asimismo, las coreanas Samsung SDI, LG Chem y SK innovations no se quedan atrás en la carrera y contemplan ampliaciones de capacidad incluso más ambiciosas que Tesla. La primera tiene dos fábricas operando en Hungría, una de ellas de reciente creación en 2020, y planea abastecer de baterías al mercado europeo hacia 2026. LG Chem cuenta con tres plantas en el país, además de tener presencia en Europa, específicamente en Polonia, y en Michigan, EE. UU., donde abastece de celdas a Chevrolet y cuenta con asociación con General Motors para reabrir instalaciones en Ohio. Mientras que la última, además de operar en su natal Corea, invertirá en tres plantas adicionales, dos en Hungría y otra en Georgia. EE. UU. Por último, las japonesas Envision AESC y GS Yuasa, planean expandirse a Europa y seguir consolidando planes de producción de baterías, y celdas en el caso de Envision. Esta última cuenta con importantes instalaciones en China, Japón, Reino Unido y EE. UU., por lo que pretende consolidar sus proyectos actuales (Jones et al., 2021)

e) Paquetes de baterías

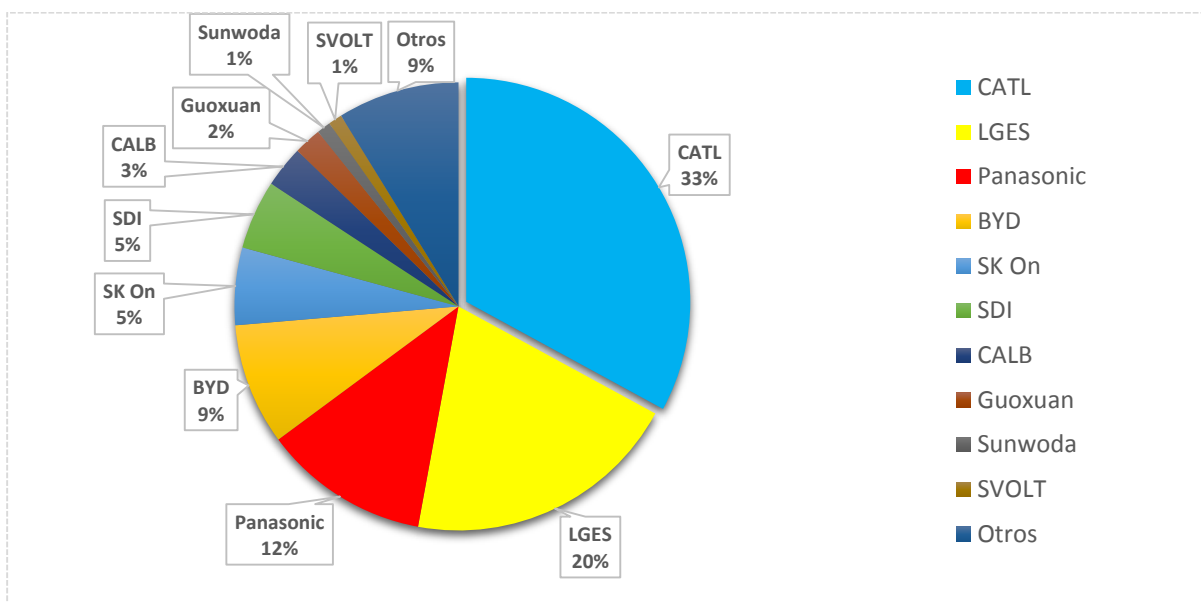
Antes de hablar de las empresas involucradas en estos eslabones, es importante partir de reconocer que las empresas chinas tienen relaciones sólidas con sus pares de la industria automotriz, principales demandantes de baterías para autos eléctricos. Es más, se debe reconocer que empresas de gran reconocimiento mundial como Tesla, Honda o Toyota no cambiarían de proveedores de la noche a la mañana, de tal suerte que sólo actores con amplia experiencia en la producción de baterías serían considerados como potenciales proveedores, a menos que estos pongan sobre la mesa ventajas concretas e insuperables, y las ventajas de este estilo sólo podrían contemplar

²⁵ Gigafactory es un término popularizado por TESLA en 2014 y principalmente hace alusión a plantas o fábricas de baterías a gran escala, generalmente con una producción superior al GWh, para esto es necesario aclarar que un GWh mide la capacidad de almacenamiento de energía, por lo que 1 GWh es equivalente a 1,000,000 kWh (Soler, 2022).

una especie de relocalización o cercanía geográfica²⁶, una que apunte a beneficiar al mercado norteamericano, países como México y Canadá tienen claras ventajas.

En la actualidad destacan cinco empresas que dominan la producción de baterías a nivel mundial, de mayor a menor tenemos por volumen de producción se encuentran CATL (33%) (empresa socia de Tesla y Volkswagen, PSA, Toyota, Honda, BMW etc), LGES (20%), Panasonic (12%), BYD (9%) y SK On (6%) (véase la gráfica 10). Basta con mencionar que las primeras tres empresas CATL, LGES, y Panasonic explican el 65% de la producción mundial de baterías, es decir, 6 de cada 10 baterías para VE provienen de alguna de estas empresas, por eso es el eslabón más difícil de escalar por su alto grado de concentración y regionalización (Jones et al., 2022)

Gráfica 10. Principales productores de baterías a nivel mundial por participación de mercado (2021)



Fuente: Elaboración propia con base en SNE Research (2022).

Si el TDL pretende escalar o insertarse en este último eslabón necesitaría explotar su ventaja de localización, es decir, colocar su potencial producción de baterías en un mercado automotriz cercano, dicho mercado sería el mercado automotriz del MERCOSUR, esperando que pronto siga la tendencia hacia la movilidad eléctrica. Los analistas señalan que, en el futuro cercano, la producción futura de baterías se

²⁶ Al respecto de esto, la nueva teoría del comercio propone que gran parte del comercio es resultado de la especialización, acepta la presencia de rendimientos crecientes y desmiente que las diferencias exógenas en recursos, productividad e intensidad en los factores sean cruciales para el comercio. Sugieren que es importante tener en cuenta **la distancia y localización con respecto al mercado** (Jimenez & Lahura, 1999).

concentrará principalmente en 3 regiones, América del Norte, Europa y China²⁷ (figura 2) ya que son regiones donde las expectativas del mercado de autos eléctricos se prevén al alza. Las implicaciones de esto son evidentes, los productores de celdas y de baterías buscarán establecerse cerca de esta base de clientes (Quinteros, 2020).

Figura 3. Producción futura de baterías en Europa y Estados Unidos



Fuente: Figuras tomadas de Jiménez & Sáez (2022).

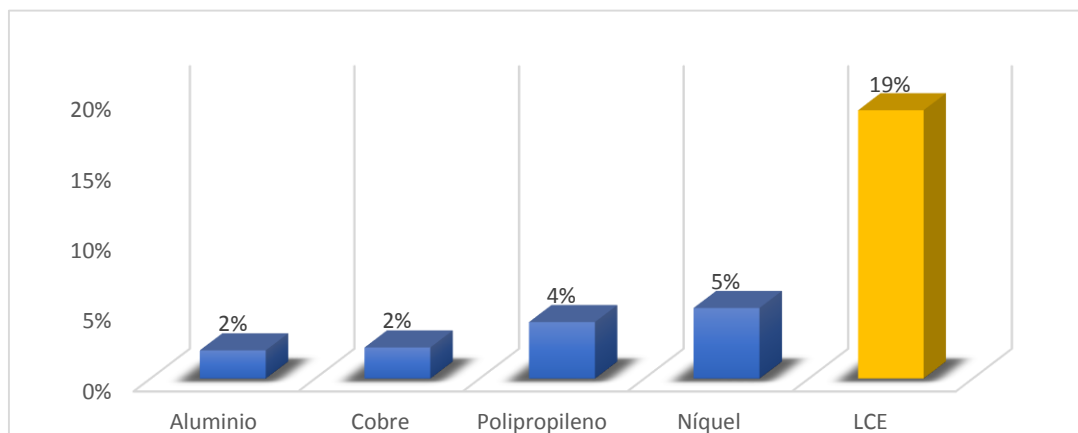
2.2 Proyecciones de demanda

Después del análisis de la cadena de valor se hace más evidente que si nuevos países desean integrarse a esta cadena deben tener en cuenta, además de las estrategias a seguir, las condiciones técnicas de las que parten.

En efecto, la tendencia al alza de la movilidad eléctrica es evidente, de continuar así, lo prudente es diseñar dichas estrategias cuanto antes, ya que los fundamentales del mercado de EV son sólidos y seguirán demandando litio en los siguientes años, de hecho, a pesar de que la demanda prevista para otros minerales como el aluminio, cobre, níquel y el polipropileno también muestran tendencias positivas, será el litio que seguirá liderando con gran diferencia, ya que se espera que esa demanda se multiplique por 7 en 2025 en la región de Norteamérica y hasta por 10 para 2030 (COMPASS MINERALS, 2022).

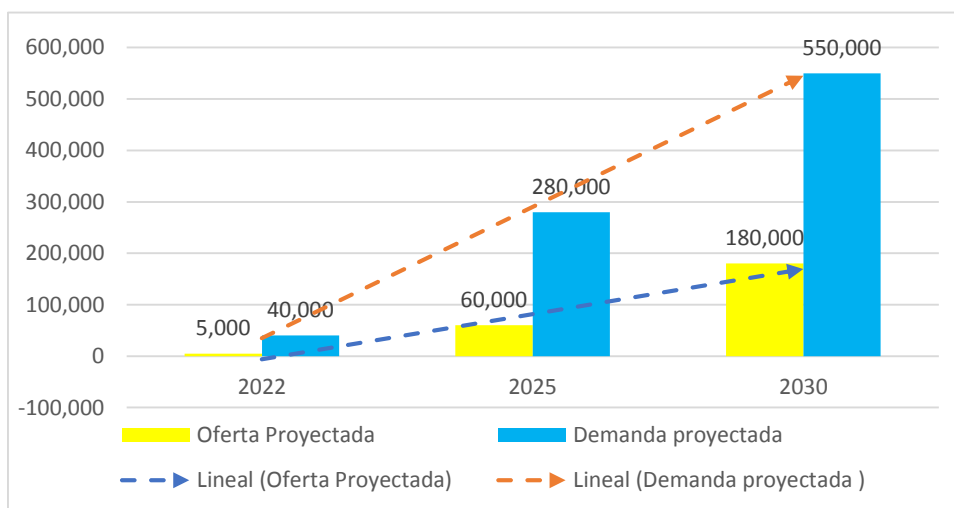
²⁷ La capacidad de producción de baterías en China seguirá incrementando, es el líder indiscutible gracias al alto grado de integración de la cadena de valor y por cuestiones estratégicas de las que ya se ha ocupado, por ejemplo, garantizando el suministro de minerales esenciales tales como el cobalto, níquel y sulfato de manganeso, así como de elementos como separadores y carcasas (Quinteros, 2020).

Gráfica 11. Estimación del crecimiento de la demanda de minerales estratégicos 2022-2030



Fuente: Elaboración propia en base a COMPASS MINERALS (2022).

Gráfica 12. Proyecciones de oferta y demanda de litio en Norteamérica 2022-2030 (en toneladas métricas)



Fuente: Elaboración propia en base a COMPASS MINERALS (2022).

2.3 Reflexiones sobre la cadena de valor

Para concluir el capítulo de funcionamiento de la cadena de valor se señalan las siguientes reflexiones finales sobre la cadena de BIL.

➤ **La cadena de valor muestra señales claras de integración vertical.**

La integración vertical ha quedado patente al menos en los últimos eslabones de la cadena de valor dado que las firmas optan por este tipo de integración con la intención de agregar más valor a sus productos. La presencia de empresas de gran reconocimiento como Tesla y Panasonic en etapas tempranas de la cadena (sinterización de cátodos y preparación de precursores) es cada vez más notoria.

El contraste con el pasado es algo remarcable, ya que solía haber empresas especializadas en la fabricación de precursores y de cátodos, mismas que se abastecían con insumos en el mercado para finalmente vender su producto a los productores de baterías. Actualmente esto ya no es así, los precursores y cátodos se fabrican directamente en las fábricas de baterías sino es que por las mismas automotrices. Éstas últimas, las automotrices, están asumiendo mayor responsabilidad en actividades que antes les concernían a otros, la mejor evidencia de esto son nuevamente empresas como Tesla y la sueca Northvolt, que actualmente incursionan en la elaboración de sus propios packs de baterías debido a las altas exigencias de calidad y especificidad requeridas en estas.

Todo esto guarda total sentido con lo que anticipa la teoría, pues la argumentación de Coase (1937) al respecto sugiere que las empresas siempre buscan reducir costos. Las industrias tecnológicas son más propensas a generar economías de escala gracias a sus características, con lo que logran aumentar la producción y disminuir costos simultáneamente. De este modo, a través de la integración vertical las empresas absorben más actividades de la cadena ya sea hacia atrás o hacia adelante con el simple objetivo de reducir costos a través de reducir la dependencia de proveedores y distribuidores (bajo la idea de que la empresa puede coordinar de manera más eficiente dichas actividades).

De hecho, han sido realmente pocos países que han logrado integrar por completo la cadena estando presentes en todos los eslabones. La siguiente tabla pone de manifiesto que sólo dos países lo han logrado: China y EE. UU.

Tabla 5. Participación de los países en los eslabones de la cadena de valor del litio

País/eslabón de la cadena	Extracción de litio	Procesamiento de litio de grado batería	Manufactura de cátodos	Manufactura de celdas de batería	Fabricación de baterías y VE	Mercado de EV
Argentina	Yellow	Yellow	Green	Grey	Grey	Green
Chile	Yellow	Yellow	Green	Grey	Grey	Green
Bolivia	Green	Green	Green	Green	Green	Grey
Estados Unidos	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Australia	Yellow	Green	Green	Grey	Grey	Yellow
China	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Japón	Grey	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Corea del Sur	Grey	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Alemania	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Reino Unido	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
Francia	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
España	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
Polonia	Grey	Grey	Green	Yellow	Grey	Yellow
Suecia	Grey	Grey	Green	Green	Grey	Yellow

Fuente: Elaboración propia en base a (Grant, Hersh, & Berry, 2020).

	Activo
	Aspirante
	Sin información

- **Los eslabones finales (celdas y packs de batería) se encuentran regionalizados.**

De acuerdo con Jones et al., (2021) esta regionalización se da por la naturaleza misma de las baterías, ya que estas no pueden ser sometidas a largos periodos de traslado marítimo debido a su fragilidad y riesgo de combustión, dicho traslado traería consigo un aumento en los costos de transporte por las arduas condiciones de seguridad en los embarques, lo que su vez aumentaría los precios del seguro y el flete. Por eso se espera que las plantas de baterías se ubiquen muy cerca de las fábricas de automóviles.

- **El negocio del litio es la elaboración de baterías, no la extracción.**

Normalmente el hecho de poseer grandes reservas y/o recursos de litio se asocia en automático con la idea de una gran fortuna o riqueza, sin embargo, esto no siempre es así (salvo el caso de China). De acuerdo con la descripción de la cadena de valor, los eslabones *upstream* o aguas arriba (extracción del litio, así como su procesamiento e incluso la elaboración de precursores) al ser eslabones iniciales carecen del valor agregado que, en contraste, tienen los eslabones *downstream* o aguas abajo (elaboración de componentes de celdas y su ensamblaje, así como la elaboración de packs de baterías) por el simple hecho de que estos últimos requieren de elementos tales como: capacidad (fábricas y plantas que, evidentemente implica una gran inversión en estos) y capital humano (personal altamente capacitado así como actividades masivas de I+D para llevar a cabo dichas actividades de manera eficiente). Estos no son elementos que se encuentren fácilmente, y menos en países en desarrollo, sino que se encuentran sobre todo en países ricos (Quinteros, 2020).

Esto último es más evidente cuando se compara el valor del litio en relación con tres elementos: cátodos, baterías y por último en un EV. Lógicamente, el valor relativo del litio disminuye cuando se avanza más en la cadena, es decir, que su peso es menor en productos más elaborados, siendo que su valor en el cátodo es de 27%, en la batería de 8%, y, por último, el valor del litio en un EV apenas asciende a 2% (Jimenez & Saez, 2022) Esta comparación es útil porque permite visualizar la importancia de otros elementos requeridos y no sólo del litio.

Una vez explicados los aspectos técnicos del litio, la situación actual del mercado y el funcionamiento de la cadena de valor de BIL es posible hacer un análisis más aterrizado, en este caso, entre Bolivia y México. El comparativo es pertinente porque ambos países encabezan estrategias de industrialización similares con relación al litio,

cada uno cuenta con una empresa estatal²⁸ encargada de gestionar todo lo relacionado al mineral, desde la extracción hasta la futura comercialización de BIL, en Bolivia la protagonista es Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) y en México el recién creado Litio Para México (LitioMx). Esta situación dista mucho de los intereses extranjeros que buscan que en las regiones donde existe el mineral impere la visión de la economía de mercado.

Hay claras excepciones a la regla, países que intentan romper con los modelos exportadores de los países América Latina, que se basan casi por completo en la riqueza natural y en la abundancia de mano de obra barata y accesible con la que cuentan, esto da como resultado que la región sea mera proveedora de materias primas con nulo valor agregado (Maloney & Perry, 2005). Desafortunadamente son países que viven con la amenaza de recortes a la inversión extranjera, pues dichos recortes traerían consigo un alza en el riesgo país y, por ende, un desbalance nacional interno y externo, viéndose obligados a implementar medidas de liberalización y de privilegios estas inversiones, lo que a su vez significa subordinarse al interés del capital foráneo. Esta relación puede calificarse de “cautiva” y representa un gran obstáculo para el crecimiento y desarrollo económicos de la región.

3. Análisis comparado del litio en Bolivia y México

3.1 Antecedentes

En los últimos años estos países han experimentado un periodo de excelentes relaciones, mismas que se profundizaron gracias a la afinidad política entre Evo Morales en Bolivia y la llegada de AMLO a la presidencia de México en 2018. Estos mandatos izquierdistas tienen visiones similares en cuanto a la gestión pública, así como una visión soberana de los recursos naturales. Bolivia es un caso especial porque no se trata de cualquier jurisdicción con recursos de litio sino de la más grande del mundo, llegando a albergar hasta 21 millones de toneladas de LCE (equivalente al 26% de recursos probados a nivel mundial, es decir, más de la quinta parte de los recursos del mundo), pero aún con esta cantidad tan grande de recursos, no figura ni de lejos en la producción mundial. Algunas investigaciones aseguran que seguirá así al menos hasta 2030 (Jimenez & Saez, 2022).

Al ser países de América Latina, los lazos de unión entre ambas naciones son fuertes en aspectos culturales, históricos y económicos, y a pesar de que México se encuentra en un lejano noveno lugar en términos de cantidad de recursos, nada parece impedir una asociación de cooperación e investigación y hasta un posible plan de producción con Bolivia. En consecuencia, cada uno ha emprendido lo que bajo su visión

²⁸ En México esto se dio a conocer en abril de 2022. Esta empresa iniciará operaciones en 2023 y fue bautizada como Litio Para México (LitioMx).

es lo más apropiado. Por eso, como parte central de este análisis, se procede a describir el caso del litio en Bolivia y después el de México, para después realizar el análisis comparado entre ambos.

3.1.1 El caso de Bolivia

La historia de Bolivia y sus recursos de litio es amplia y se remonta hace más de 50 años²⁹, pero la etapa considerada en este trabajo es la más reciente por su semejanza con el modelo mexicano, iniciada hace aproximadamente una década, cuando Juan Evo Morales Ayma, candidato a la elección presidencial de 2006, como parte de su discurso de campaña promocionaba el fin de la opresión y subordinación del pueblo de Bolivia a los intereses de las grandes potencias a través de modificar la dinámica de explotación y propiedad de los recursos naturales en el país, cuyo *modus operandi* es agregar valor agregado en los países centrales mientras que los insumos son obtenidos, o más bien expropiados, a través de las multinacionales presentes en los países de la periferia, condenando a estos últimos al subdesarrollo (Ströbele, 2013).

Dos años después de su llegada a la presidencia, Juan Evo Morales Ayma inició con su plan de nacionalización de los recursos evaporíticos en atención a las demandas de los movimientos sindicales campesinos aledaños al salar de Uyuni³⁰, que buscaban que el yacimiento se explotara exclusivamente por el Estado para lograr dejar atrás el modelo extractivo que desde la colonia ha estado al servicio de los intereses de las grandes potencias extranjeras. Así, en abril de 2008 se publicó el Decreto Presidencial 29496³¹ que removía el régimen de concesiones de recursos evaporíticos a privados y se elevó a rango nacional la explotación del salar de Uyuni. Adicionalmente, se estableció mediante la ley No. 3720³² que la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) participaría en toda la cadena de valor del mineral: prospección, exploración, explotación, concentración, fundición, refinación, comercialización de minerales y metales, así como la gestión de las áreas fiscales (Nacif, 2012; Jiménez & Sáez, 2022; Jones et al., 2021; Quinteros, 2020).

El plan para poder materializar la propuesta tan ambiciosa del presidente necesitaba fortalecerse, por eso, en ese mismo año se publica la resolución No. 3801³³ mediante la cual se crea y aprueba un Proyecto de Desarrollo Integral de Salmueras del Salar Uyuni, que contempla la instalación de una planta piloto para procesar litio. Hacía

²⁹ Un trabajo que analiza dicho devenir histórico se encuentra en Nancif, Federico. (2012) "Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico". La revista del CCC [PDF]. Enero / agosto 2012, n° 14/15. Disponible en Internet: <http://www.centrocultural.coop/revista/exportarpdf.php?id=322>. ISSN 1851-3263

³⁰ El salar de Uyuni, ubicado en el departamento de Potosí es el salar más grande del mundo. Se encuentra ubicado a 3,670 metros sobre el nivel del mar y está cubierto por una corteza de sal de aproximadamente 10,000 km² (Ströbele, 2013).

³¹ Decreto Presidencial número 29496 disponible en: <https://www.mineria.gob.bo/juridica/20080401-9-53-43.pdf>

³² Ley No 3720, disponible en <https://www.mineria.gob.bo/juridica/20070731-16-26-44.pdf>

³³ Resolución No. 3801 disponible en: https://www.ylb.gob.bo/resources/normativa_legal/02_rd_3801.2008.pdf

2009, los cambios promovidos por la administración de Evo Morales eran evidentes, viéndose reflejado en el reconocimiento de la diversidad cultural del país, dando lugar a la promulgación de la Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (CPEPB). Esta nueva carta magna refuerza la idea soberana del litio y lo califica como estratégico por su alta demanda global, y como resultado, estaría al servicio de la nación y se buscaría usarlo como promotor de desarrollo en el país (Nacif, 2012; Quinteros, 2022).

En 2010, mediante el decreto supremo No. 444³⁴ se crea la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos (EBRE) con la misma finalidad de industrializar el litio y otro conjunto de minerales estratégicos, sin embargo, dado que su sede inicial fue La Paz, la población del departamento de Potosí se sintió agraviada y pronto exigió derogarla. La gestión del litio en Bolivia ha llamado la atención de todo el mundo en la última década por estas razones, su visión nacional de los recursos naturales, y las medidas que el país ha implementado en su búsqueda por desarrollar una industria de extracción de litio y a su vez una cadena de valor de baterías con un importante rol estatal, misión que sólo China logró a través de la *estrategia de circulación dual* que les tomó más de una década construir (Nacif, 2012; Quinteros, 2022, Yacimientos de Litio Bolivianos, 2022).

3.1.2 Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB)

Tras mucho trabajo de Bolivia en el tema y, como resultado de los pocos avances, en 2017 se crea la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) gracias a la ley 928³⁵ y al decreto 3227³⁶, que fue en realidad una reconfiguración de la GNRE, lo que implicó un traspaso de tutela, ya que YLB quedó a cargo del ministerio de energías de Bolivia, mientras que GNRE era gestionado por el Ministerio de Minería y Metalurgia. De esta manera, el marco legal del litio en Bolivia quedó resumido en el siguiente conjunto de leyes (Yacimientos de Litio Bolivianos , 2022).

Tabla 6. Marco legal del litio en Bolivia

Normativa legal del litio en Bolivia		
Normativa	Número	Fecha
Decreto Supremo	29496	Abril 2008
Resolución Directorio	3801	Abril 2008
Decreto Supremo	444	Marzo 2010
Ley	928	Abril 2017
Decreto Supremo	3227	Junio 2017

Fuente: Elaboración propia con base en Yacimientos de Litio Bolivianos (2022).

³⁴ Decreto 444 disponible en: https://www.ylb.gob.bo/inicio/normativa_legal

³⁵ Ley 928 disponible en: https://www.ylb.gob.bo/resources/normativa_legal/04_ley_928.2017.pdf

³⁶ Decreto 3227 disponible en: https://www.ylb.gob.bo/resources/normativa_legal/05_ds_3227.2017.pdf

3.1.3 Estrategia de Bolivia para industrializar el litio

Hacia 2010 Bolivia hizo del conocimiento público el plan con el que pretendía construir industrializar su recurso. Al respecto, (Obaya, 2019)³⁷ detalla que esta estrategia se denominó “Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos” y su implementación contemplaba 3 fases. En la primera se buscaba desarrollar toda una línea de investigación y desarrollo de las capacidades tecnológicas mediante la creación de una planta piloto de producción de litio y potasio, mientras que la fase dos contemplaba la producción industrial nacional de LCE y cloruro y sulfato de potasio. No obstante, no fue hasta 2017 con la creación de YLB, que finalmente se pudieron sostener conversaciones con empresas privadas para lograr avanzar a la fase 3, cabe señalar que la fabricación industrial de materiales catódicos, celdas y packs de baterías es una actividad muy especializada y requiere de un nivel de tecnología muy avanzado, por tal razón YLB permitía la posibilidad de asociarse con privados a través de una modalidad de empresas mixtas, para que estas estas proporcionaran el conocimiento y la experiencia necesaria (Jiménez & Sáez, 2022; Obaya, 2019).

Figura 4. Fases de la estrategia de industrialización del litio en Bolivia.



Fuente: Elaboración propia con base en Quinteros (2020).

Los resultados tan pobres de la estrategia boliviana son la prueba de que le quedó grande la misión de industrializar los 3 yacimientos más importantes del país: Uyuni, Coipasa y Pastos debido a complicaciones no contempladas.

En principio, en 2018 YLB buscó asociarse con una empresa alemana que buscaba obtener HXL del salar de Uyuni, aunque dicha asociación se diluyó un año más tarde. Posteriormente, YLB buscó otra asociación con la china Xinjiang TBEA Group-Baocheng para la producción de HXL y litio metálico junto con otros derivados de sodio en el salar de Coipasa y Pastos Grandes con la condición de que el estado tendría una participación del 51% (Sánchez, 2019). Han sido alianzas poco claras que se han diluido con el tiempo, dando como resultado que incluso hoy, en pleno 2022, el país siga convocando a empresas privadas para mostrar su capacidad de extraer el litio de los

³⁷ Trabajo publicado bajo la supervisión de la CEPAL. todo lo vertido aquí referente a las consideraciones técnicas, tema de gobernanza, estrategias, así como el marco legal de Bolivia respecto del litio provienen directamente de dicha obra a menos que la cita indique lo contrario

salares de una forma más directa, para que quienes logren un puntaje aceptable sean posibles candidatos para trabajar de la mano de YLB, aunque existen pocos avances tangibles.

Ahora bien, para avanzar hacia la consecución de los objetivos propuestos y proceder al análisis comparado entre ambos países también es necesaria una idea inicial de la situación del litio en México, por lo que en el siguiente apartado se describen algunos aspectos técnicos, tales como los proyectos más importantes en el país y su situación actual y las medidas de la administración mexicana en el proceso de nacionalización. Ya que todos estos sucesos acapararon gran parte de la discusión nacional durante todo 2022.

3.2 El caso de México

México es un país de gran tradición minera, incluso desde la época prehispánica, ya que el país cuenta con una gran variedad de recursos minerales, lo que lo coloca en un lugar privilegiado en términos de captación de inversión extranjera y nacional para proyectos mineros. Es uno de los principales productores de 15 minerales a nivel mundial, destacan el cobre, oro, plata, plomo, zinc, Aluminio etc., (SGM, 2021). Como parte de esta riqueza geológica, la Dirección General de Desarrollo Minero (2021), citada en Cámara de Diputados (2022) señala que, desde finales de los 80s, en México se han llevado a cabo investigaciones que tienen como finalidad encontrar presencia de litio, así como de otros minerales. El claro ejemplo fue el “Proyecto Litio”³⁸ de fines de la década de 1980, que llevó a cabo investigaciones en Sonora, Oaxaca y Puebla donde la evidencia señalaba presencia del mineral, Una vez entrado el siglo XXI, los privados encontraron litio en los estados de Baja California, San Luis Potosí y Zacatecas (Núñez, 2021; Salas 2010).

Desde entonces y hasta nuestros días, la investigación no ha hecho más que confirmar el gran potencial mineralógico del país (Dirección General de Desarrollo Minero, 2018). De acuerdo con el Sistema Integral sobre Economía Minera (SINEM) de la SE, hasta octubre de 2022, México cuenta con un total de 25,072 concesiones otorgadas a la minería, esto equivale al 10.7% del territorio nacional. Concretamente, el estado con mayor número de concesiones es el estado de Sonora, donde existen 4,411 concesiones (equivalentes a 3.24 millones de hectáreas), cifra que representa el 17.6% del total. (Dirección General de Minas, 2021).

3.2.1 Yacimientos y concesiones

En 2021 un informe de GeoComunes et al., (2021) aportó información detallada sobre la situación del litio en México y fue posible saber quiénes contaban con

³⁸ Encabezado por el entonces Consejo de Recursos Minerales, ahora Servicio Geológico Mexicano.

concesiones de este mineral para su posterior explotación. Desde una postura pesimista y, preocupados por las altas expectativas generadas alrededor del mineral, señalan que en México existen 36 concesiones de litio, pero enfatizan que tan solo 10 empresas de bajo prestigio y reconocimiento controlan estas concesiones –las consideran *juniors* por depender mayoritariamente de la especulación en la bolsa de valores de Toronto (Canadá) para generar recursos–. Se tiene registro de que estas concesiones fueron otorgadas mayoritariamente a empresas extranjeras, 16 se otorgaron a firmas canadienses: catorce para Organimax Nutrient Corporation³⁹ (Organimax), una para One World Lithium y una para Radius Gold Incorporation (Radius). Asimismo, una se entregó a la británica Alien Metals, Ltd., solamente una se otorgó a una empresa mexicana, el resto se repartió entre empresas australianas, estadounidenses y españolas. Aunque lo verdaderamente preocupante es que tan sólo tres empresas reportan avances significativos en sus proyectos con miras a una posterior explotación: Bacanora Lithium, Silver Valley Metals Corp (anteriormente OrganiMax Nutrient Corp.) y One World Lithium.

Finalmente, como resultado de la revisión de estas empresas y proyectos, resaltan lo siguiente:

- Los 33 proyectos mineros restantes con relación al litio se encuentran abandonados y sin operaciones.
- El 84% de las concesiones para extracción de litio se encuentran en trámite.
- Derivado de lo anterior, el valor real de empresas como Organimax tiende a inflarse y por tanto difiere de su valor real. En el caso particular de esta empresa, no hace distinción entre concesiones vigentes y en trámite para sus accionistas, lo que genera incertidumbre respecto a su viabilidad futura.
- Una gran porción de los proyectos a explorar se encuentra en yacimientos de lodo, lo que representa un gran desafío debido a la ausencia de tecnologías apropiadas.

Tabla 6. Concesiones de litio en México

P a í s	Concesionaria	Proyecto	Entidad Federativa	Etapas	Mineral	Estado
Gran Bretaña	Alien Metals, Ltd.	Pozo Hondo	Zacatecas	Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
		Abundancia		Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
		Columpio		Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
Canadá / Gran Bretaña	Bacanora Minerals	Sonora Pilot Plant	Sonora	Producción	Litio - Potasio	Activo
	Bacanora Minerals, Candence Minerals, Rare	Sonora Lithium		Exploración	Carbonato de Litio	
		Buenavista		Exploración	Carbonato de Litio	
		Ventana		Exploración	Carbonato de Litio	

³⁹ En ese entonces OrganiMax, hoy la empresa se llama Silver Valley Metals Corp.

	Earth Minerals					
Canadá / Australia	Infinite Lithium Corp., Lithium Australia NI	Elektra	Sonora	Exploración	Carbonato de Litio	Inactivo
	Infinite Lithium Corp., Lithium Australia NI	Agua Fria		Exploración	Carbonato de Litio	Inactivo
México / España	Litio Mex y Sutti Mining	Laguna Salinas	San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
Canadá	One World Lithium	Salar del Diablo	Baja California	Exploración	Litio	Activo
		La Donacella	Zacatecas / San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		La Salada	Zacatecas	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Activo
		Hernández	San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		Laguna El Barril	Zacatecas	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		Colorada, San José	San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		Colorada	Zacatecas / San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		Chapala	San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		Caligüey	Zacatecas / San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Activo
		Los Remedios	Coahuila	Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
		Viesca		Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
		Santa Clara	Zacatecas / San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Activo
		Salitral	San Luis Potosí / Zacatecas	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
		Laguna Salinas, El Barril	Coahuila	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo
Saldivar	Baja California	Exploración	Litio - Potasio - Boro	Inactivo		
Mayra	Zacatecas / San Luis Potosí	Exploración	Litio - Potasio	Inactivo		
Estados Unidos / México	Pan American Lithium y Escondida International	Cerro Prieto	Baja California	Exploración	Litio - Oro y Plata	Inactivo
Canadá	Radius Gold Inc.	Lithium Brine	Coahuila	Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
Canadá / México	Zenith Minerals / Alejo Monsiváis (AUSTRALIA)	Illescas	Zacatecas	Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
		San Juan		Exploración	Litio - Potasio	Inactivo
		San Vicente		Exploración	Litio - Potasio	Inactivo

Fuente: "Modelo de Gobernanza del Litio en México" (Cámara de Diputados, 2022)

I. Bacanora Lithium en Sonora

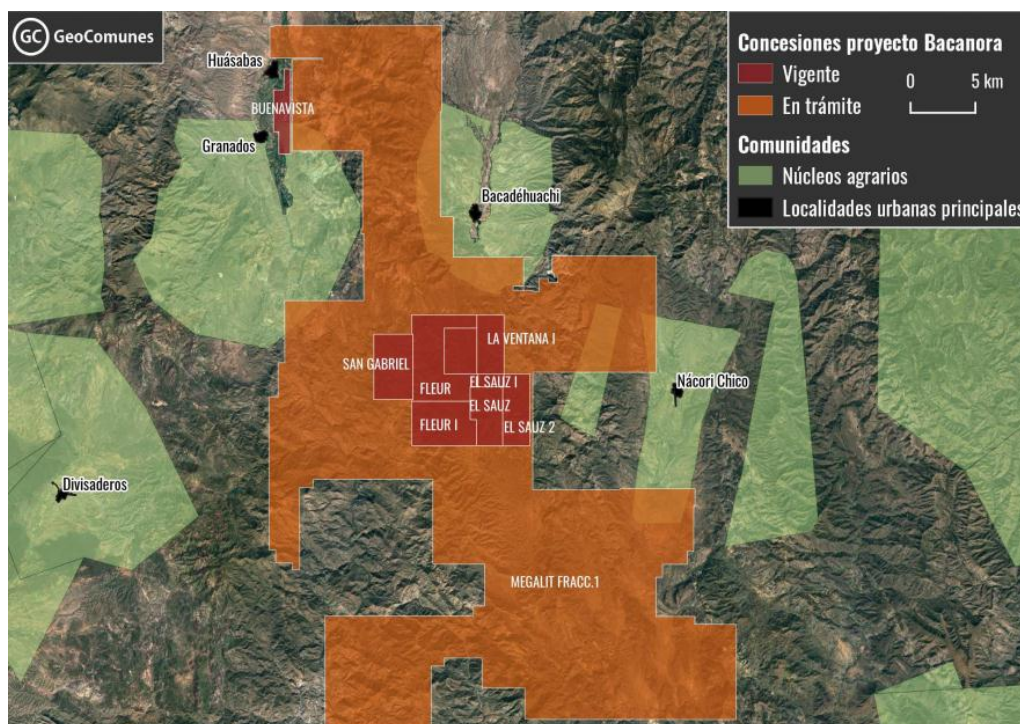
En Sonora existen reservas probadas por 243.8 millones de toneladas métricas, lo que equivale a 4.5 millones de toneladas de carbonato de litio. Estos números convierten al proyecto Sonora Lithium en el proyecto más grande del mundo, por encima de proyectos similares como Hacker Pass en EE. UU., o el de Wodgina en Australia Occidental donde las reservas ascienden a 179.4 Mt y 151.94 Mt respectivamente.

El proyecto se ubica a 180km de Hermosillo, Son., en el municipio de Bacadéhuachi, Son. Es actualmente el depósito de litio más atractivo económicamente dado que alberga dos horizontes ricos en litio: la unidad de arcilla superior y la unidad de arcilla inferior, en la primera, la presencia de litio se encuentra en rangos de 38 - 10,000 ppm, en el caso de la segunda los rangos de litio van de 41 a 6,200 ppm (Etcheverry et al., 2020).

La empresa británica Bacanora Lithium es propietaria del proyecto, mismo que se compone de 9 concesiones que suponen una superficie de 15 mil has, además, tiene

una en trámite una por 87 mil has. Cabe destacar que las concesiones La Ventana y la Ventana 1 no pertenecen a Bacanora sino a *MSB* (su principal filial), algo similar ocurre con las concesiones El Sauz, El Sauz 1, El Sauz 2, San Gabriel y Buenavista que pertenecen a *Mexilit*, donde Bacanora Canadá participa en un 70% y el restante 30% pertenece a la firma de inversión minera *Cadence*. La fortaleza de la compañía radica en que Bacanora Lithium participa en un 50% en un proyecto de litio ubicado en Alemania, dado que su matriz se encuentra en Reino Unido recibe financiamiento de diversos fondos de inversión y de empresas importantes relacionadas al litio, destacan la japonesa Hanwa Co y la china Gafeng Lithium (GeoComunes et al., 2021).

Figura 5. Proyecto Sonora Lithium en Sonora



Fuente: Imagen tomada de GeoComunes et al., (2021).

II. Silver Valley Metals Corp. en Zacatecas y San Luis Potosí

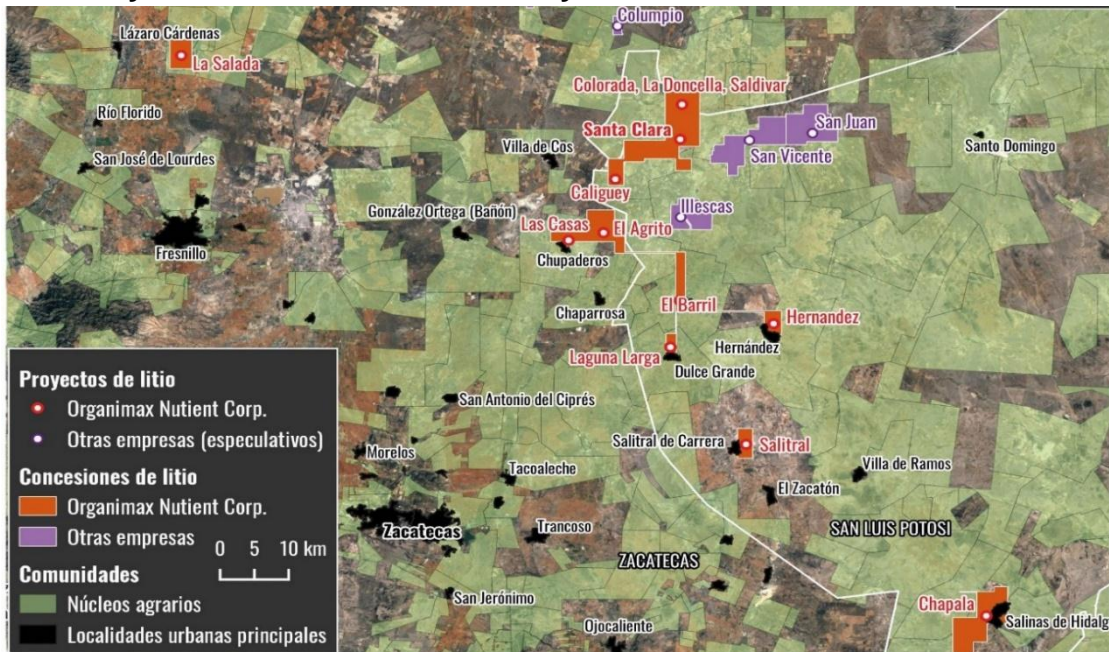
Anteriormente conocida como *Organimax Nutrient Corp*, en 2021 cambió su nombre a Silver Valle y Metals Corp dado que su enfoque cambió⁴⁰ a metales como la plata, el zinc y el plomo en el marco de un proyecto minero en el estado de Idaho, Estados Unidos. Derivado de su interés por el litio, en años pasados adquirió el 100% de 5 concesiones en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, México, yacimientos que también contienen potasio. A la fecha de redacción de este trabajo (octubre 2022) la compañía reporta actividades en 3 concesiones: Santa Clara, La Salada y Caligüey. Como resultado de la crisis por COVID-19, la compañía enfrentó dificultades económicas

⁴⁰ OrganiMax Announces Corporate Name Change to Silver Valley Metals Corp. and TSX-V Ticker Symbol Change <https://finance.yahoo.com/news/organimax-announces-corporate-name-change-120000207.html>

y decidió modificar su estrategia adquiriendo el proyecto Ranger-Page-Program en el *Valle de Plata*, proyecto de extracción de plata ubicado en una de las mejores jurisdicciones mineras del mundo, esto mejoró sus condiciones de financiamiento.

Adicionalmente, tras la nacionalización del litio en México y la creciente creación de LitoMx, la empresa ha manifestado su intención de sostener conversaciones con este organismo con la finalidad de analizar una posible alianza⁴¹.

Figura 6. Proyectos de litio en Zacatecas y SLP



Fuente: Imagen tomada de GeoComunes et al., (2021).

I. One World Lithium en Baja California

Al igual que Silver Valley, OWL es de origen canadiense y desde 2017 participa con el 60% del proyecto el Salar del Diablo en Baja California, asimismo, este le pertenece en un 90% una vez que realizadas fases posteriores de exploración, siendo más precisos, son 3 concesiones que cubren una superficie de 75,000 has (aunque la empresa presume 103.4 mil has) donde se presume la existencia de litio en salmuera. En un comunicado de enero de 2022, la compañía reportó que, tras cuatro proyectos de perforación⁴² y dos años de actividades (2019 y 2021), no se ha encontrado evidencia concluyente de presencia importante de litio y que, en el mejor de los casos, el mineral se encuentra en apenas 5 ppm. La empresa no desiste de seguir con sus proyectos, en

⁴¹ Recuperado de <https://www.bnamerica.com/en/features/whats-next-for-mexicos-lithium-projects>

⁴² A continuación, se detallan los acrónimos de dichos proyectos de perforación y entre paréntesis se presenta su profundidad: en 2019 fueron los DDH 19-01 (647 m) y DDH-19-02 (595 m), mientras que en 2021 operaron DDH 21-01 (191 m) y el DDH 21-04 (518 m) (One World Lithium, 2022).

el mismo comunicado se puede leer “OWL tiene la intención de licenciar o asociar su tecnología a empresas actuales y futuras productores de carbonato de litio”, por lo que no se descarta que, al igual que Silver Valley Metals, busque asociarse con LitoMx en el futuro (OWL, 2022)⁴³.

Figura 7. Proyectos de perforación de litio 2019 y 2021



Fuente: Imagen tomada de GeoComunes et al., (2021).

3.2.2 Nacionalización del litio en México

En vista de estos proyectos en curso y de la remarcada importancia del mineral, el 20 de abril de 2022 se aprobó en el congreso mexicano, como parte de la propuesta de reforma eléctrica, la reforma a la Ley Minera que buscaba la “nacionalización” del litio mexicano declarándolo de utilidad pública, de manera que queda prohibida la expedición de nuevas concesiones, permisos, autorizaciones o contratos mineros para la explotación de este mineral. En su lugar, la explotación del litio quedó a cargo única y exclusivamente de LitoMex, organismo que quedaría bajo el control directo de la Secretaría de Energía (SENER), aunque el consejo de administración se compondría de integrantes de la Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Hacienda y Crédito Público

⁴³ https://oneworldlithium.com/wp-content/uploads/2022/01/OWL_Announces-Drilling-Results-NR_FINAL-FINAL_01-04-2022.pdf

(SCHP). Este nuevo organismo se encargaría de gestionar la incursión del país en la cadena de valor del mineral.

Este proceso de nacionalización representó un punto de inflexión para la minería en México, pues modificó la gobernanza de los minerales en México, incluyendo al litio, dejando en el pasado el modelo concesionario que por tantos años imperó en el país. De hecho, hay ciertas riendas sueltas que no fueron del todo aclaradas. La reforma se enfoca sobre todo en el litio, pero también en otro conjunto de “minerales estratégicos para la *transición energética*” también declarados de utilidad pública sin revelar de qué minerales se trata. Quizá es una jugada legislativa que la administración perfila para el final de sexenio. Este cambio en la gobernanza de la minería en México, y muy particularmente en la del litio, contrasta mucho con el marco constitucional que regula la propiedad de los recursos naturales. Dicho marco se rige por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEM) en sus artículos 25, 27 y 28.

En resumen, dichos artículos subrayan que los recursos naturales son propiedad única y exclusivamente del estado, reservando a este último la responsabilidad de explotarlos mediante licitaciones, concesiones, permisos y/o asignaciones a privados nacionales y extranjeros, esperando que esté *modus operandi* sea siempre conducido bajo la primogénita función del estado de promover el desarrollo nacional y el crecimiento económico. Cabe mencionar que la minería (de la cual forma parte la potencial industria del litio en su etapa temprana), como parte de los recursos naturales, tiene un carácter prioritario por sobre otras actividades, esto significa que se le concede una importancia mayor (Cámara de Diputados, 2022).

En este contexto, es normal que en el discurso público se noten todo tipo de expresiones, desde las que condenan las acciones del estado argumentando la nula eficiencia del aparato estatal, hasta quienes defienden a capa y espada esta nacionalización en razón de una deuda histórica con la población. Lo que sí es cierto es que, por esta tradición minera en el país, ha habido personajes privados tanto nacionales como extranjeros que se han visto enormemente beneficiados por la gobernanza de la minería en México.

El litio también era un mineral susceptible de concesión hasta inicios del año 2022 y se regía por el mismo marco constitucional y gobernanza que rige la mayoría de los recursos naturales. Como consecuencia de la nacionalización, hubo mucha inconformidad y quejas por parte de los privados que contaban con concesiones de litio en el país. Llegaron incluso a demandar al gobierno mexicano en cortes internacionales por incumplimiento del estado de derecho.

3.3 Comparativo de las condiciones de Bolivia y México

A estas alturas del trabajo, se cuenta con las premisas necesarias para entender que las condiciones que ambos países enfrentan como parte de su objetivo de desarrollar una cadena de valor de BIL tienen diferencias y similitudes, por eso se analizan a la luz de la situación del mercado mundial de BIL, en base en las acciones de otras jurisdicciones con grandes recursos de litio y sobre todo a partir del funcionamiento de su cadena de valor. De este modo, es posible evaluar, al menos desde un punto de vista estratégico y prematuro, las posibilidades de éxito de las posibles inserciones de cada uno. Un análisis de la cadena de valor de BIL sostiene que cada una de las etapas de la cadena es *diferente* y *única*, por tal motivo, es difícil que una empresa pueda hacerlas todas. Señala que empresas de todo el mundo están haciendo grandes inversiones en I+D a nivel individual en la cadena buscando mejorar su competitividad. En contraste, YLB carece de la financiación y experiencia que son factores necesarios para realizar cualquiera de estas actividades eficientemente (The Payne Institute for Public Policy, 2020).

Naturalmente, existen un conjunto de elementos y condiciones que permiten que, en una jurisdicción con recursos de litio, sea posible desarrollar con relativo nivel de éxito algunos eslabones o etapas de la cadena, estas se enlistan en la tabla 9 para el caso de Bolivia y México, además de su grado de avance para cada rubro.

Tabla 7. Elementos que considerar antes de intentar participar en la cadena de valor de BIL

Condiciones previas que considerar antes de intentar participar en determinados eslabones de la cadena de valor de BIL		Condiciones de México en 2022	Condiciones de Bolivia en 2022
1. Depósitos de litio.	Contar con grandes recursos de litio, capacidad de extraer económicamente, consultas a la ciudadanía aledaña.	México posee importantes yacimientos de litio en arcilla, y a pesar del tipo yacimiento, la ingeniería mexicana ha logrado extraer y separar el litio de la arcilla exitosamente hace ya más de una década (Rompeviento TV, 2021).	Bolivia alberga el yacimiento de litio más grande del mundo en salares, ubicándose en el primer lugar en cuanto a recursos probados a nivel mundial (COCHILCO, 2020).

<p>2. Capacidad de procesamiento de litio.</p>	<p>Capacidad nacional de procesamiento químico (refinación económicamente viable), ingenieros químicos.</p>	<p>México no cuenta con capacidad de refinación de litio tangible debido a la ausencia de proyectos en fases avanzadas. No obstante, se espera que tras la llegada de TESLA a Nuevo León esta capacidad empiece a ver la luz gradualmente. Por otro lado, se cuenta con ingenieros químicos, metalúrgicos e industriales calificados y con experiencia en el sector minero como reserva para proyectos futuros de refinación (Milenio, 2022; Rompeviento TV, 2021).</p>	<p>El país cuenta con plantas funcionando a nivel piloto que refinan el litio extraído del salar de Uyuni, aunque algunas de estas plantas ubicadas en otros salares apenas trabajan al 10% de su capacidad, lo que claramente refleja los problemas técnicos asociados (Quinteros, 2020).</p>
<p>3. Fabricación de cátodos.</p>	<p>Poder procesar polvos, y tener suministro de otros minerales clave como Ni, Co, Mn y Al, ingenieros de materiales.</p>	<p>México es un país minero⁴⁴, no sólo posee litio sino a también otros minerales complementarios y requeridos en las BIL tales como el níquel (Ni) Manganeso (Mn) y el Aluminio (Al), siendo este último el mineral más exportado por México en 2020 tan sólo por detrás del plomo y el zinc. A pesar de no contar con cobalto, este podría importarse.</p>	<p>Bolivia se encuentra lejos de la producción de material catódico, a pesar de sus colaboraciones con centros de estudio y universidades que buscan avanzar a hacia este eslabón, los avances son poco notorios y no se espera que sean capaces de producir a gran escala dada la falta de financiamiento (Quinteros, 2020 en entrevista con Carlos Zuleta Calderón).</p>
<p>4. Fabricación de celdas de batería.</p>	<p>Base tecnológica avanzada, experiencia en fabricación de VE o asociación con jurisdicción de fabricación de VE.</p>	<p>México comparte frontera con Estados Unidos, la economía más grande del mundo, lo que representa una ventaja insuperable. Norteamérica es una de las regiones en donde la electromovilidad es más prometedora, por lo que no sorprende la llegada de TESLA a un estado fronterizo como Nuevo León como parte de su expansión (Milenio, 2022).</p>	<p>Bolivia carece de la capacidad de fabricación de celdas, apenas se restringe a una pequeña capacidad de refinación y concentración de litio. Capacidad insuficiente para en comparación con los gigantes del mercado (Quinteros, 2020)</p>

⁴⁴ Los principales estados con tradición minera en México son (en paréntesis el valor total de la producción minera nacional de minerales concesibles en 2019.): Chihuahua (75.8%), Zacatecas (11.15%), Sonora (6.46%), Durango (1.52%) y Guerrero (1.18%) (SGM, 2021)

<p>5. Fabricación de baterías y VE.</p>	<p>Base industrial avanzada, mercado de VE.</p>	<p>El sector industrial de México está muy desarrollado y aporta gran dinamismo a la economía mexicana. Cabe mencionar que México es el hogar por excelencia de muchas de las empresas automotrices más importantes del mundo y de todo un conjunto de industrias complementarias. En México se ensamblan y exportan muchos de los modelos de autos más populares del mundo que tienen como principal destino el mercado estadounidense (Secretaría de Economía, 2012).</p>	<p>Bolivia no es precisamente conocido por su relación con la industria automotriz, pero nada parece impedir que incursionen directamente en el mercado de VE. Desde 2019, Quantum Motors, empresa boliviana dedicada a la fabricación de VE, se expande nacional e internacional, para 2023 los VE Quantum llegarán a México y a pesar de lidiar con obstáculos de poco apoyo a la movilidad eléctrica nacional en el país sudamericano sigue su expansión (Entreprenur , 2022).</p>
<p>6. Mercado de VE.</p>	<p>Red eléctrica suficiente para abastecer los centros de recarga, incentivos para adquirir VE.</p>	<p>México aún no cuenta con un mercado de VE desarrollado, pero es de esperar que factores como el crecimiento de este mercado en EE. UU., y el proceso de <i>nearshoring</i> que impulsan las empresas automotrices en México (que buscan satisfacer la demanda norteamericana) logren fomentar la electromovilidad de México en el futuro cercano (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).</p>	<p>El mercado automotriz del Mercosur en Sudamérica sería el potencial destino de la producción de BIL en el caso boliviano, a pesar de contar con una de las tasas más bajas en cuanto a penetración de la electromovilidad. Se espera que siga fomentando la compra de vehículos de combustión interna, por lo que esta última condición enfrenta claras desventajas (Quinteros, 2020).</p>

Fuente: Elaboración propia y complementado a partir de Grant et al., (2020).

Como se aprecia, el cumplimiento de los requisitos para incursionar en la cadena de valor en cada país tiene distintos grados de avance para cada eslabón, por lo que la estrategia de cada país debe ser especial. Bajo esta consideración, se revisan, además de las elementos ya mencionados, las desventajas particulares del caso boliviano así como las del caso de México para posteriormente revisar las fortalezas de cada uno.

3.4 Reflexiones sobre la estrategia de industrialización del litio en Bolivia

Tal como señala (Obaya, 2019), la visión del litio defendida por Bolivia ha enfrentado dificultades evidentes, prueba de ello es que YLB ha tenido que asociarse con empresas extranjeras (alianzas poco fructíferas) para lograr su objetivo, hecho que permite ver que el país no cuenta con los recursos tecnológicos, financieros, ni humanos para lograr explotar su recurso. Estas asociaciones no estaban previstas inicialmente,

pero ante la falta de capacidad del estado fueron aceptándose gradualmente. En cuanto a la visión extractiva del país, es decir, en el acceso al mineral y procesamiento de este a productos químicos (LCE y XHL) los avances distan de ser buenos, ya que apenas registran plantas de producción funcionando a nivel piloto y en el caso de una planta de potasio apenas trabajan al 10% de su capacidad. El problema es precisamente el tiempo que les ha tomado hacer estos pequeños avances, casi una década. Igualmente, el proyecto de industrialización ha pasado por distintas instituciones antes de centralizarse en YLB, proceso que ha complicado la consecución de los objetivos iniciales. Aunque la intención de desarrollar la industria hacia eslabones siguientes es genuina, hay quienes no simpatizan del todo, por ejemplo, una entrevista con Juan Carlos Zuleta Calderón (economista boliviano experto en el análisis del mercado de litio) revela que, si bien coincide con la visión de avanzar hacia eslabones de mayor valor agregado con la explotación de litio, es crítico del proyecto en curso por los malos resultados en cuanto a la obtención del producto y las siguientes actividades intentadas (Quinteros, 2020).

Obaya (2019) atribuye que falla de la estrategia se debe en gran parte a la *gobernanza* poco clara respecto al mineral, pues al ser jerárquica, es decir, si bien una empresa puede imponer este modo de gobernanza también lo puede hacer un estado. El estado dicta el quehacer de los privados buscando siempre ostentar el control, dando lugar a un choque de intereses evidente. La falta de una gobernanza clara ha provocado la reacción de la sociedad civil que se ha manifestado y provocado eventos caóticos como protestas y huelgas ante la inconformidad de la gestión de los recursos naturales por parte del estado. Incluso en la actualidad, a 50 años después de iniciar las investigaciones en el salar de Uyuni para corroborar la existencia de litio, la gobernanza y los problemas asociados a esta siguen todavía en proceso de construcción.

Este problema es mayúsculo porque la inestabilidad y falta de visión que ha generado el proceso de creación de la estructura de poder ha generado desconfianza e incertidumbre. Para ejemplificar esto, basta con mencionar los tres periodos que a juicio de (Obaya, 2019) son la mejor evidencian de la situación sin rumbo en el país tras la implementación de distintas *governanzas*: el primer periodo (1970-1985) se caracteriza por una transformación en las reglas de autoridad sobre el recurso, donde se intentó incluso privatizar el litio a una empresa privada con ayuda de una gobernanza en red. La segunda (1985-2003) se ha descrito como un intento fallido de una gobernanza de mercado, mientras que la tercera (2003-presente) es conocida por la creación de YLB, empresa estatal que consolidaría la gobernanza como jerárquica.

Así, el marco institucional que regula el litio en Bolivia es uno de los menos atractivos en casi todos los aspectos: impositivos, operativos, técnicos, pues Jiménez & Sáez (2022) realizan un comparativo entre Bolivia y sus pares del TDL, Chile y Argentina, para analizar los efectos de los marcos regulatorios en un proyecto hipotético. Este

proyecto contempla condiciones iniciales muy similares⁴⁵ en cuanto a precios, tiempo de construcción, costos operativos y de capital. Los resultados se evalúan mediante un indicador de viabilidad o rentabilidad en la evaluación de proyectos, el Valor Presente Neto (VPN). De este modo, el hipotético proyecto muestra su valor más alto en Argentina, donde el VPN es de 609 millones de dólares (mdd) dando como resultado una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 24%, el siguiente es Chile, donde el mismo proyecto muestra un VPN de 532 mdd con una TIR del 22%, mientras que un proyecto de estas características en Bolivia apenas alcanza un VPN de 362 mdd y una TIR de 18%. Siendo que este último el país menos atractivo para invertir gracias a su marco impositivo fuerte con las actividades mineras (actividades grabadas con un 12.5% extra).

Por otro lado, Bolivia registra un avance ambiguo, por no decir nulo, en cuanto a promover la electromovilidad, esta es una de las razones por las que el país no ha logrado desarrollar un mercado de VE atractivo, y, por si fuera poco, el país aún subsidia la importación de combustibles fósiles, que va totalmente en contra de transición energética. El carácter “estratégico” del litio se sustenta, casi en su totalidad, en su gran aporte a la electromovilidad, de modo que si no hay un mercado eléctrico que demande productos de litio, entonces cualquier intento de producirlas carece de valor. Esto conduce a lo siguiente, en caso de que Bolivia logre producir baterías, con las especificaciones necesarias y requerimientos de calidad necesarios ¿en dónde y a quién pretenden venderlas? Por supuesto que requeriría de tratados comerciales con los principales demandantes de BIL, pero como se mencionó en el apartado de los eslabones finales de la cadena, difícilmente empresas como Tesla y Ford cambiarían de proveedores tan fácilmente y menos si el proveedor es el estado boliviano que carga con tantas ineficiencias. Además, dado que EE. UU., considera a toda América Latina su zona de influencia, es muy probable que existan trabas burocráticas desde los organismos internacionales como parte de la influencia de EE. UU., y su indudable interés geopolítico.

Por último, si bien el país cuenta con una muy clara ventaja inicial de recursos, esta se desvanece en la medida en que no tiene acceso a otros minerales que garanticen el suministro de componentes de cátodos, además, la expansión de YLB es evidente y enfrenta un desafío que no es menor; tener que desarrollar muchos proyectos simultáneamente, lo que ha dado como resultado un progreso casi nulo en todo lo que se ha propuesto, los casos de éxito como Tesla y Ganfeng empezaron con uno o dos pasos a la vez en lugar de pretender desarrollar toda la cadena (Quinteros, 2020; The Payne Institute for Public Policy, 2020).

⁴⁵ Para una información más detallada de las condiciones iniciales ver: 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. Página 51.

Es evidente que no se puede aislar a Bolivia de la región en la que se encuentra, debido a que esta influye en su desempeño. Por esto, con la intención de complementar lo hasta aquí mencionado, se anexa la siguiente tabla que resume los principales retos que enfrenta el TDL para desarrollar una cadena de valor de BIL Jones et al., (2021).

Tabla 8. Principales barreras a la industria automotriz y a la cadena de valor de las BIL en el TDL

Economía	Fiscal / regulatorio	Capital humano I+D	Infraestructura
<ul style="list-style-type: none"> • Macroeconomía débil y volátil, genera desconfianza para la inversión y el consumo. • Divisas depreciadas y débilmente posicionadas, lo que aumenta costos de capital, altos riesgos para inversionistas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Países como Perú y Bolivia no cuentan con pocos apoyos fiscales y regulatorios que fomenten el desarrollo del mercado de VE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciertas partes de la cadena de valor de BIL tienen procesos complejos y altamente especializados ya que deben cumplir requerimientos para los mercados de baterías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con excepción de Chile, ningún otro país cuenta con la infraestructura adecuada, es decir, plantas y refinadoras que permitan producir dispositivos como precursores, cátodos, y/o ensamblaje de baterías a nivel industrial.

Fuente: Elaboración propia en base a Jones et al., (2021).

3.5 Visión a futuro

A partir de este análisis comparado, esta investigación pretende destacar las condiciones (ventajas y debilidades) de las que cada país parte en la consecución de una estrategia de industrialización del litio, en base a eso se propone un conjunto de recomendaciones que buscan una mejora de la gestión del mineral en ambos países.

3.5.1 Bolivia

En primer lugar, es importante considerar lo que ya se anticipaba conforme se avanzaba en la investigación: los países con recursos de litio, a partir de su genuina intención captar valor, piensan que albergar litio es garantía de poder participar en la cadena de valor, en especial en etapas como la fabricación de baterías eléctricas o del mercado de VE, pero este hecho debería replantearse. Existen un conjunto de requisitos mínimos que deben ser tomados en cuenta que van más allá de la simple existencia del mineral en el país (The Payne Institute for Public Policy, 2020).

Esta postura refuerza la idea de fortalecer, incentivar y promover la creación de condiciones básicas que permitan la inserción de ciertos países en la cadena y, sobre todo, poder escalar dentro de esta. En el caso de Bolivia, si se parte de su condición actual de ausencia de un mercado importante de VE, entonces el horizonte puede ampliarse y se puede considerar otra industria como la de almacenamiento de energía, que es igual de prometedora que la industria de BIL. Para esto, el país requiere perfeccionar sus métodos de extracción y desarrollar capacidad de producción de

concentrados de litio, a partir de su ventaja de recursos iniciales, ya que construir una exitosa cadena de valor en un país como Bolivia sería en sí mismo una hazaña. Por otro lado, el aspecto técnico es quizá el principal obstáculo, pues tal como se ha expuesto, el país ha quedado estancado en su deseo de industrializar su recurso por la falta de capacidad técnica de gran escala, prácticamente a la espera de que se le proponga un método de extracción directo y eficiente, mismo que pareciera se le ha privado al país por la visión soberana que defiende. Además, los proyectos de salmuera necesitan entre siete y diez años desde la exploración temprana hasta la producción industrial, por lo que el descubrimiento de estos yacimientos representa una etapa todavía lejana en la consecución de una industria nacional interesante (The Payne Institute for Public Policy, 2020).

Un ex ejecutivo de YLB considera que, si bien la competencia en el mercado mundial de baterías está lejos del alcance de la región, un destino posible de la fabricación local podrían ser los proyectos de almacenaje de energía para las comunidades rurales que no cuentan con conexión con el sistema eléctrico nacional. De modo que la producción futura de litio a nivel comercial no podría venir de yacimientos con avances lentos o poco claros, como los de Chile y Bolivia, sino de proyectos con avances considerables como los que registra Argentina (Quinteros, 2020 en entrevista con Carlos Zuleta Calderón).

3.5.2 México

Por su parte, en México se impulsan esfuerzos muy iniciales con relación a su deseo de participar en la cadena de valor de BIL, aunque ya es posible vislumbrar la postura del país. Si bien la estrategia de Bolivia y México es similar, y en algunos rubros muy parecida, es obvio que las condiciones de las que parte México son mejores a las de Bolivia. México tiene, como de costumbre, a Estados Unidos como faro de tensión en su frontera, país con el que tiene una interdependencia casi absoluta en diversidad de aspectos, por lo que no se puede hablar de México sin antes mencionar esta particularidad.

México es la doceava economía más importante del mundo medido en términos de paridad de poder compra (PPC) tan sólo por detrás de Italia e Indonesia y es una de las más complejas y dinámicas del mundo, por lo que constantemente busca mejorar su competitividad, así, tener acceso a un mineral altamente demandado como el litio desde luego que representa una gran oportunidad para el país (INEGI, 2022). En este contexto, sería ilógico que México emprendiera una ruta de trabajo sin mirar hacia el mercado más grande del mundo, todo lo contrario, una buena estrategia de industrialización del litio debe considerar a la economía norteamericana, por eso, en lo subsecuente, se explican las condiciones económicas de las que parte México.

La ubicación geográfica privilegiada de México es, por supuesto, la primera ventaja que sale a relucir, compartir frontera con Estados Unidos no es cosa menor. En los últimos años las relaciones de interdependencia de uno con respecto al otro han aumentado notoriamente, sobre todo en términos comerciales, el hecho de pertenecer a Norteamérica hace que ambos sean aliados comerciales natos. Desde 1994 son parte de un acuerdo comercial que durante más de dos décadas se denominó Tratado de Libre Comercio de América del Norte (anteriormente TLCAN y hoy T-MEC), del que también es parte Canadá. Este acuerdo formó parte, a su vez, de la época de creación de bloques económicos posterior a la caída del muro de Berlín, que se daba en un contexto de derrumbe del comunismo y que permitía al capitalismo acceder a nuevos mercados como el ruso y el chino. En Europa ya había nacido la Comunidad Económica Europea constituida como una zona preferencial de comercio y en Asia las economías de la República de Corea, Japón, Singapur, mientras que otras crecían a ritmos nunca vistos. EE. UU., sentía una amenaza a su hegemonía y necesitaba posicionarse estratégicamente (el TLCAN tenía esa encomienda) además de dar certidumbre de la mejora de la productividad de América del Norte y de esta manera permanecer en el plano internacional.

En virtud de este tratado comercial Así, México y EE. UU., desarrollaron lazos comerciales de talla mundial, tan sólo en el periodo de 1993 a 2011 las exportaciones mexicanas se han más que triplicado (Gómez, 2012), y desde entonces el destino de tradicional de las exportaciones mexicanas es el mercado estadounidense. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reporta que, hasta 2022, el 82% de las exportaciones mexicanas⁴⁶ se dirigen a EE. UU., destacando como productos principales automóviles (8.92%), computadoras (8.75%), piezas y accesorios automotrices (7.02%) y televisiones (3.45%). Por su parte, del total de las importaciones de México, el 44% de provienen del país norteamericano, sobre todo productos como petróleo refinado (8.59%), vehículos de motor y autopartes (6.36%), circuitos integrados (4.62%), gas petróleo (3.18%) (Observatorio de Complejidad Económica, 2022).

Tal como se aprecia, el mercado automotriz es uno que provee de gran dinamismo a la relación comercial entre ambos países, esto explica el anuncio de Tesla de construir una planta en México planeada para 2023 en el estado fronterizo de Nuevo León, por cierto, esta nueva planta se añadiría al plan de la empresa estadounidense de tener hasta 20 plantas alrededor del mundo, actualmente tiene plantas en Alemania y China y próximamente en Indonesia (Bolsamanía, 2023) Es muy probable que estas futuras plantas sean las principales demandantes del litio mexicano de los estados aledaños como Sonora, Baja California, Zacatecas, Chihuahua y el propio Nuevo León

Así, México tiene un conjunto de elementos que lo hacen indudablemente atractivo, estos van desde su tradición automotriz y gran localización, hasta los ya

⁴⁶ En paréntesis el porcentaje que representa el rubro con respecto al total de las exportaciones mexicanas.

conocidos beneficios del comercio preferencial con sus socios EE. UU. y Canadá gracias al T-MEC. Se presentan algunos aspectos igualmente destacables.

1. Norteamérica es una región donde la movilidad eléctrica se prevé al alza en los próximos años.
2. En consecuencia, muchas empresas, sobre todo norteamericanas⁴⁷, están acelerando el proceso de *nearshoring* (*proceso por el cual las empresas relocalizan sus operaciones*) de Asia hacia México con la intención de acercarse a Norteamérica. Su perfil exportador, eficiencia, calidad y costos laborales lo hacen atractivo a las inversiones. En el mundo, no hay otro país como México, que tenga una oportunidad a partir del *nearshoring*, sobre esto, las estimaciones señalan que dicho proceso podría hacer crecer las exportaciones mexicanas hasta en 35 mil millones de dólares al tiempo que se beneficiarían a industrias complementarias, como la industria textil, energías renovables, entre otras (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).
3. Por su larga experiencia automotriz, México es el séptimo productor de autos más importante a nivel mundial, con 2.9 millones de unidades producidas en 2021 el país se consolida como el hogar preferido de muchas de las compañías automotrices más importantes del mundo (INEGI, 2022).
4. México posee el yacimiento de litio en arcilla más grande del mundo⁴⁸ ubicado en el estado de Sonora (estado fronterizo con EE. UU.) en donde actualmente se realizan trabajos de prospección del yacimiento para iniciar con su explotación.
5. México tiene una de las localizaciones más competitivas del mundo para construir una planta manufacturera de litio, incluso mejor que China, ya que en este último los costos laborales han aumentado a través de los años mientras que en México se han estancado, dando lugar a una estructura de costos⁴⁹ mucho más atractiva y competitiva, por lo que la construcción de una planta en Estados Unidos sería aproximadamente 18% más cara que una planta en México (Chung et al., 2015).

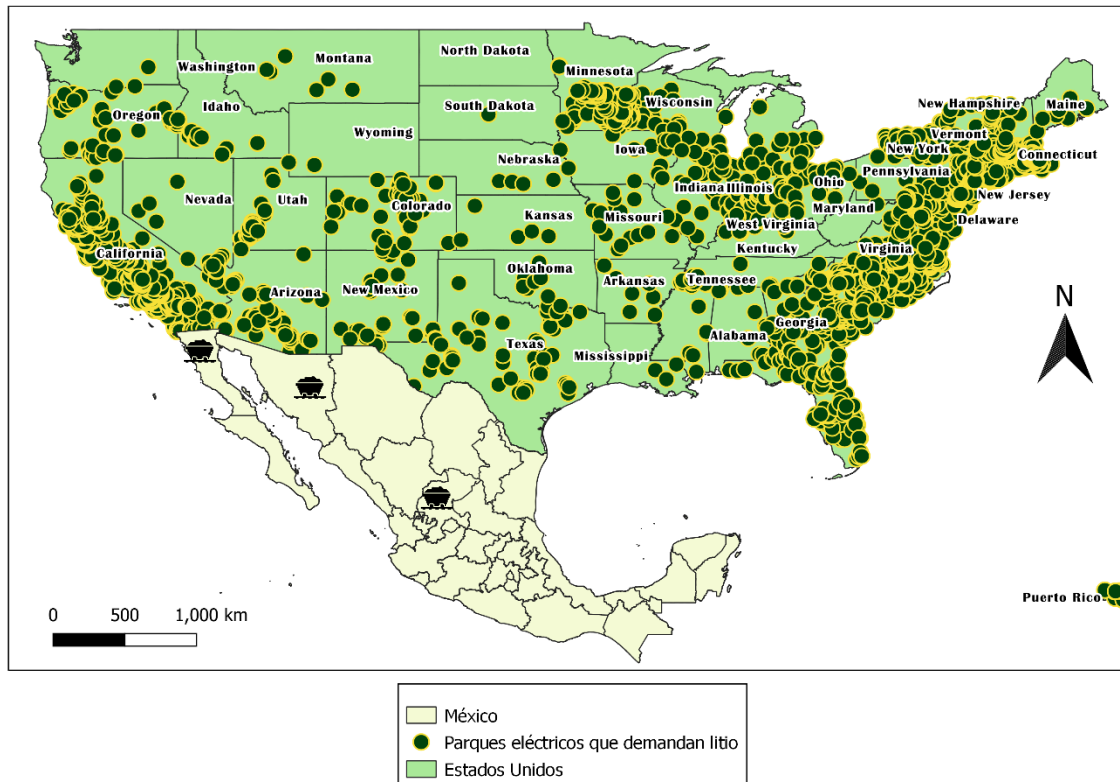
⁴⁷ La secretaria de economía, Raquel Buenrostro, informó en noviembre de 2022 que hay más de 400 empresas norteamericanas interesadas en relocalizarse de Asia a México (Bloomberg Línea, 2022).

⁴⁸ A pesar de ser arcilla, esto no supone un problema para la tecnología de las mineras transnacionales que hasta 2021 tenían concesiones asignadas en diversos estados del país.

⁴⁹ Dicha estructura de costos se compone por los siguientes componentes: mantenimiento, equipamiento, energía, materiales, trabajo (mano de obra) y accesibilidad (Chung et al., 2015).

México puede ser el motor eléctrico de Norteamérica y las automotrices más importantes del mundo lo saben, basta con visualizar la cantidad de plantas eléctricas que hay actualmente en EE. UU., que necesitarán de grandes cantidades de litio para futuros proyectos de almacenamiento de energía (mapa 1).

Mapa 1. Principales parques eléctricos con demanda de litio en Estados Unidos



Fuente: Elaboración propia con base en el US Energy Department (2022).

Pero todo esto requerirá de muchos elementos, uno de ellos será potenciar las relaciones económicas entre México y EE. UU., cuya realización necesitará de medidas adecuadas de política industrial⁵⁰ dirigidas a complementar las actividades productivas a nivel regional, buscar influir en la generación de capacidades productivas, garantizar acceso a un mercado mayor, así como impulsar mecanismos de coordinación que permitan la cooperación entre empresas (Botto, 2013).

⁵⁰ La política industrial se entiende a la intervención del estado dentro de los procesos productivos de las industrias, esto con la finalidad de incidir en esos procesos en términos de los esquemas y estructuras de producción bajo las cuales operan. Las acciones puestas en práctica pretenden promocionar, fortalecer y, en su caso, proteger a determinadas actividades económicas, buscando que los mercados en los que operan funcionen más eficientemente. Estas acciones deben estar respaldadas por un plan nacional de desarrollo, debido a que son de prioridad nacional, ya que se moldea el ambiente, incluso jurídico y de negocios bajo el cual operarán las empresas (Alvarado & Padilla, 2014).

Concretamente, políticas de ciencia y tecnología e innovación deben ser fundamentales. Estas buscan mejorar la capacidad nacional para usar, absorber, y modificar conocimientos científicos y tecnológicos, ya sea a través de poner a concurso determinados fondos, aumentar las becas de posgrado en temas relacionados con la minera, así como estimular la investigación entre universidades y centros de investigación a través de concursos (Padilla et al., 2013). Lo anterior debe ser parte de una estrategia que implícitamente considere políticas de educación y capacitación, ya que estas son capaces de dinamizar el crecimiento económico y deben ser aplicadas sobre todo en niveles educativos iniciales (Cimoli et al., 2009).

Además de las políticas anteriores, también serían necesarias políticas dirigidas a promocionar industrias seleccionadas, en este caso la industria de BIL, este tipo de políticas propone herramientas como las compras estatales, incentivos fiscales y créditos preferenciales (Alvarado & Padilla, 2014)

Conclusiones

La elaboración de la presente investigación permite arribar al apartado de conclusiones con un conjunto de reflexiones altamente fundamentadas, mismas que se presentan en las líneas posteriores.

Gracias al capítulo uno se entendió que el litio es un mineral altamente demandado en la actualidad, esta demanda provoca un desequilibrio en su mercado que se explica por la incapacidad de la oferta de crecer al mismo ritmo que la demanda, la expresión última de esto es el estrepitoso aumento en su precio, ya que la tonelada de carbonato de litio y otros derivados como el hidróxido de litio tocaron máximos de hasta 76,000 USD en 2022. Por sus propiedades tan únicas, el mineral ha logrado ser fundamental en mercados e industrias completamente estratégicos, destacan principalmente el mercado de vehículos eléctricos, el mercado de almacenamiento de energía y en menor medida los mercados de tecnología.

Muchas de estas industrias persiguen un objetivo en común, la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que a su vez se enmarca en la consecución de la denominada “Transición energética”; esta busca transitar de manera gradual, de las energías fósiles que hicieron posible el desarrollo de las sociedades modernas, a energías limpias, menos contaminantes y amigables con el medio ambiente, que sean más acordes con el siglo XXI. El litio es fundamental para la electromovilidad, puesto que el 74% de la producción de litio en 2021 se usó para fabricar baterías de vehículos eléctricos, no por nada se ha calificado de estratégico junto con otro conjunto de minerales, pues estos harían posible que en el futuro el sector transporte sea totalmente eléctrico.

En la naturaleza el litio se presenta en tres principales formas, salmuera, pegmatitas y rocas sedimentarias, siendo la salmuera más económica y fácil de extraer

en comparación con las pegmatitas, mientras que la extracción de litio a partir de rocas ha sido poco explorada y no se conoce con precisión su viabilidad económica, La distribución mundial de estos yacimientos es como sigue: 58% en salmueras, 26% en pegmatitas y 9% en rocas sedimentarias, el resto se encuentra sobre todo en océanos y su extracción actualmente sería antieconómica. Las salmueras se encuentran sobre todo en el llamado “Triángulo de Litio” formado por Argentina, Chile y Bolivia, países que concentran el 66.2% de las reservas probadas a nivel mundial en 2021, por lo que no sorprende que los primeros dos aparezcan en el top de principales productores de litio a nivel mundial, a excepción de Bolivia, que a pesar de contar con la mayor cantidad de reservas probadas a nivel mundial no figura ni de lejos en la producción mundial de litio, esta cuestión se explicará posteriormente.

En cuanto a los actores más importantes, se encontró que, en términos de producción, existen países ajenos al triángulo del litio, en su mayoría países ricos (a excepción de China) que figuran como los principales productores y consumidores de litio a nivel mundial. Australia es el principal productor, produciendo más de la mitad de todo el litio del mundo, con 53%, le siguen Chile y China con un 25% y 13% respectivamente, en cuarto lugar, se ubica Argentina con un 6%, y en los lejanos quinto, sexto y séptimo lugar se encuentran Brasil, Zimbabwe y Portugal, con una producción marginal de 1% cada uno. En cuanto a consumo, China es el principal consumidor a nivel mundial, con un 39% del total de litio producido, y después se encuentran Corea del Sur y Japón, con un 20% y 18% respectivamente.

Hacia el capítulo dos, en el análisis del funcionamiento de la cadena de valor de BIL, que se respaldó en el enfoque teórico del mismo nombre, dado que un análisis con esas características permite comprender costos y vislumbrar ventajas. Los principales hallazgos remarcan la importancia de los países asiáticos como China, Corea del Sur y Japón por su amplia presencia y dominio de la cadena, principalmente de China, quien es de los pocos países del mundo que ha logrado tener presencia en la totalidad de los eslabones de la cadena de valor de BIL en virtud de una estrategia denominada estrategia de circulación dual, cuyo objetivo fue disminuir su dependencia del extranjero a través de inversiones a largo plazo en generación de capacidad nacional de procesamiento químico así como garantizar el suministro de litio, que proviene principalmente de Australia y de Chile, países que respaldaron las inversiones y el establecimiento de muchas de las empresas mineras chinas más importantes del mundo. Cabe mencionar que estas empresas tienen arreglos bilaterales o multilaterales para suministrar litio refinado y en condiciones específicas a empresas productoras de BIL, que a su vez suministran a importantes empresas automotrices como TESLA, Ford, BYD entre otras.

La proporción de valor en los diferentes productos de un vehículo eléctrico, tales como los cátodos, baterías e incluso el propio vehículo, permite ver que el litio, a pesar

de ser un insumo importante, lógicamente pierde peso en la medida en que los productos son más elaborados; su valor en el cátodo es de 27%, en la batería de 8%, y, por último, el valor del litio en un EV apenas asciende a 2%, esto permite concluir que el negocio no se encuentra en la extracción de litio puesto que las rentas serían mínimas, sino más bien en los eslabones aguas abajo, o eslabones finales con mayor valor agregado, tales como la elaboración de componentes de celdas y su ensamblaje, así como la elaboración de packs de baterías, actividades que captan mayores rentas por el simple hecho de que estos últimos requieren de elementos tales como: capacidad (fábricas y plantas) y capital humano (personal altamente capacitado así como actividades masivas de I+D para llevar a cabo dichas actividades de manera eficiente). Estos no son elementos que se encuentren fácilmente, y menos en países en desarrollo, sino que se encuentran sobre todo en países ricos.

En esta misma línea de ideas, es preciso señalar que estas empresas, confiadas en su capacidad tecnológica y amplio reconocimiento en el mercado, están optando por una integración vertical, en otros términos, esto significa que las etapas finales de la cadena de valor de BIL serán más intervenidas por estas compañías que buscan agregar más valor a sus productos a través de actividades productivas complementarias.

Otro elemento importante tiene que ver con la naturaleza y fragilidad de las BIL, lo que provoca que los centros de producción de baterías busquen ubicarse lo más cerca posible de donde se encuentra la demanda, es decir, más cerca de las plantas automotrices, cuya ubicación obedece a la presencia o no de demanda de vehículos. Las plantas de automóviles se encuentran generalmente en regiones con alta demanda por estos, en lo que respecta a la electromovilidad, las regiones que se proyecta demanden más VE son Norteamérica, Europa y Asia (en especial China), por lo que es muy probable que nuevas plantas de producción de BIL se instalen muy cerca de las plantas de automóviles. Este hecho hace que, cuanto más se avanza en la cadena, los mercados tienden a estar más regionalizados.

Estos dos últimos elementos, la tendencia hacia la integración vertical y la localización estratégica son cosas la teoría anticipa, ya que esta sugiere que las empresas de la alta tecnología son capaces de generar economías de escala y alterar sus métodos de producción para lograr rendimientos crecientes de escala, cosa que no era frecuente en el pasado pero que en el siglo XXI es totalmente normal, prueba de ellos son empresas como Apple (que también trabaja en el desarrollo de un modelo de auto eléctrico bajo su marca), y las empresas automotrices, que en su mayoría son las que dirigen la cadena de valor de BIL, siendo esta última una cadena de valor dirigida por el comprador.

El sustento teórico permitió vislumbrar las ventajas de las empresas participantes de la cadena de valor, mismas que se enmarcan en el concepto de gobernanza, que tiene que ver con el mecanismo por el cual se ejerce el control en las industrias globales;

de tal forma que elementos como diseño de productos, nombres de la marca e incluso la misma demanda del consumidor se ven influenciadas por el poder de las empresas líderes, su grado de influencia en la cadena (hacia atrás o hacia adelante, desde las materias primas hasta la distribución) es tal que pueden liderar casi por completo las cadenas donde participan, en especial en los últimos eslabones donde la renta es mayor gracias a la alta concentración y barreras a la entrada a nuevas compañías.

Por último y quizá más importante, hacia la parte final del trabajo, que refiere al análisis comparado entre Bolivia y México, se requiere partir de un buen diagnóstico. Desde hace más de una década gobiernos y empresas de todo el mundo se disputan el mineral; los privados tienen la intención de hacerse con el recurso para tomar un papel protagónico y ser pioneros en la consecución de la transición energética, aunque principalmente buscan lucrar con las rentas extraordinarias que su mercado genera actualmente, no obstante, el avance tecnológico puede traer consigo sustitutos del litio muy pronto. Paralelamente, los países con recursos de litio alegan que reciben nulos beneficios y que incluso son afectados negativamente por la presencia de privados en su territorio que explotan el litio, ya que contaminan el territorio donde se establecen y desplazan a la población local de manera casi autoritaria, cabe mencionar que este no es un fenómeno asociado al litio sino con la minería en general.

En consecuencia, los gobiernos de estos países han emprendido medidas contrarias a los intereses privados, con el primordial objetivo de lograr captar un porcentaje de las utilidades que año tras año se llevan estas empresas multinacionales, y que podrían beneficiar e impactar positivamente a dichos países en lugar de verse afectados. Estas medidas se ejercen desde cada país en un tono soberano, pues se busca proteger un recurso natural que, de acuerdo con la constitución política de la mayoría de los países con litio, originalmente pertenece a la nación, aunque por ser generalmente países situados en la periferia, se tiende a privilegiar la inversión extranjera con marcos regulatorios nulos e ineficientes que poco aporta a la visión soberana que defienden estos gobiernos.

Bolivia

Tal es el caso de Bolivia y más recientemente de México, quienes comparten una visión similar en cuanto a la soberanía de los recursos naturales y ensalzan el carácter estratégico del litio. En el primer caso, Bolivia ha demostrado una falta de capacidad evidente, y no es que no la haya, sino que los intereses de terceros se han antepuesto a la estrategia, lo que explica mejor que al país se le ha negado, desde el plano internacional, la consecución de sus objetivos soberanos.

A lo largo de más de una década el país ha emprendido diversos planes que, a pesar de perseguir la misma finalidad; la industrialización del litio, carecen de resultados concretos. El país no cuenta con los recursos tecnológicos, financieros, ni humanos para

lograr explotar su recurso. Las pocas plantas en operación que producen carbonato de litio, hidróxido de litio y potasio, algunas funcionando a menos del 20% de su capacidad, dan cuenta de los pocos avances en la materia, este hecho contrasta con el tiempo que les ha tomado conseguir esos pequeños avances, casi una década; producto de la falta de visión del proyecto que ha pasado por distintas instituciones antes de ser YLB.

El marco institucional que regula el litio en Bolivia es uno de los menos atractivos en casi todos los aspectos, impositivos, operativos y técnicos cuando se le compara con sus pares Argentina y Chile, en gran medida por el poco avance, por no decir nulo, que el país tiene incentivando la electromovilidad nacional, causa principal por la que en la actualidad, el país no aspira a desarrollar un mercado de VE, por si fuera poco, aún se subsidia la importación de combustibles fósiles, lo que va totalmente en contra de transición energética.

Irónicamente, sin tener la capacidad industrializar suficiente, Bolivia ha sido provista de con grandes cantidades del mineral, en cambio, países desarrollados como los europeos, que sin problema podrían llevar a cabo proyectos de esta envergadura, son los que carecen de acceso al recurso primario. Lo cierto es que, a diferencia de Bolivia, en Europa no hay empresas con una ruta de trabajo similar a la de YLB, en todos los casos son empresas diferentes especializadas en ciertas actividades.

Pero no está todo perdido, y no es correcto subestimar a Bolivia dado que cuenta con la mayor cantidad de recursos de litio del mundo, más bien, se debe reconocer que no todos los países con litio pueden ser partícipes de la cadena de valor, ya que para intentarlo se requieren condiciones que actualmente son ausentes en el país. Con base en un cambio de perspectiva y mirando hacia otros horizontes, es posible ver a Bolivia como actor importante no en la cadena de valor de BIL, pero sí en el almacenamiento de energía, igual de prometedora que la industria de BIL. Para esto, el país requiere perfeccionar sus métodos de extracción y desarrollar capacidad de producción de concentrados de litio, a partir de su ventaja de recursos iniciales.

México

Como en Bolivia, México cuenta con una empresa estatal encargada de controlar todo lo relacionado al mineral, y aunque aún se encuentra en el papel esta iniciará operaciones en 2023. El comparativo con Bolivia tuvo como base los lazos culturales, históricos y económicos, y a pesar de que México se encuentra en un lejano noveno lugar en términos de cantidad de recursos con apenas 2.1 millones recursos, nada parece impedir una asociación de cooperación e investigación entre los dos países.

El comparativo de las condiciones económicas y técnicas entre ambos países con relación al desarrollo de una cadena de valor de litio nacional, en especial de BIL, puso de relieve los distintos grados de avance en determinados que tiene cada uno, y es que si bien Bolivia ha trabajado el tema hace ya más de una década, aún persisten

deficiencias que no ha logrado superar. En cambio, la estrategia de México, a pesar de estar en fases iniciales, muestra claras señales de ventaja sobre el caso boliviano y podría incluso difuminar la visión compartida de ambos en términos estratégicos, a causa del dilema geopolítico clásico de México, en esta ocasión por tener a China como principal concesionario de litio en Sonora y a Estados Unidos como tradicional faro de tensión. Aunque el proceso de nacionalización mexicano calmó las aguas temporalmente, todo parece indicar que México debería mirar hacia el norte en lugar de otras jurisdicciones con litio por la gran oportunidad que representa la reciente llegada de TESLA a México, cuya planta se construirá en Nuevo León en 2023.

En otras palabras, debido a las evidentes dificultades que ha enfrentado Bolivia en su plan de industrialización de litio, lo más prudente para el caso mexicano, a partir de sus condiciones particulares, sería eludir en la medida de lo posible algunas medidas que Bolivia ha intentado. Ya que la gestión estatal de una cadena de valor tan prometedora como la de BIL es un reto en sí mismo, y hacerlo con éxito sería una verdadera hazaña, que sólo los países escandinavos han logrado en base a determinadas condiciones de las que nos encontramos muy lejos.

Los desafíos más difíciles que ha enfrentado la estrategia boliviana, además del desafío técnico, tiene que ver con la gobernanza por ser el más notorio y difícil de asimilar. Esta se caracteriza por ser jerarquía y con la rectoría del estado en prácticamente cualquier aspecto que los privados deseen hacer. Sirva esta premisa para ver que, en el caso de México, considerando que LitoMx implícitamente impulsaría una gobernanza jerárquica como en el caso boliviano, y que la naturaleza de la cadena de valor de BIL se rige por una gobernanza dirigida o cautiva, se deriva un claro conflicto a raíz del antagonismo entre los modos de gobernanza, y aunque no se pretende augurar infortunios aquí, sería natural ver una disputa por el mineral nuevamente como resultado de esto.

En este panorama, primero se debe aceptar que América Latina ha sido desde siempre una región dependiente tecnológicamente y México no es la excepción. Esta aseveración no pretende desprestigiar el talento y la capacidad mexicana, puesto que la hay, en cambio, se busca hacer evidente que el país requiere fortalecerse aún más. Lo más prudente para México sería relajar su postura, aceptar que un estado jamás tendrá las mismas capacidades que las multinacionales en términos de poder, técnicos, de mercado y sobre todo financieros. Segundo, a partir de una visión estratégica, se debe trabajar en un plan que busque maximizar las ventajas de México. En este sentido, una recomendación viable para México sería negociar el suministro de litio a un actor de suma importancia como lo es TESLA, por supuesto partiendo de que está próximo a iniciar operaciones en México, por lo que se le pueden conceder medidas de apoyo preferencial siempre y cuando esté dispuesto a comprar el mineral, sino es el caso, buscar empresas automotrices de la misma talla que ya están instaladas en México y

que planean mover la producción de VE a territorio mexicano, tales como General Motors, Ford, Nissan, Honda, entre otros. Así, la gobernanza debería ser una mezcla del tipo modular y relacional, ya que la primera prevé que el proveedor produce en base las especificaciones del cliente, y son responsables de la calidad de los procesos tecnológicos que emplean, mientras que la segunda tanto al proveedor como el cliente dependen el uno del otro provocando que el poder sea balanceado entre las partes esto por la especificidad de los activos. A menudo, este tipo de gobernanza se encuentra basada en relaciones que la empresa ha cultivado en el tiempo, también en aspectos como la reputación.

El análisis de la situación actual del funcionamiento de la cadena de valor de BIL, las estrategias que han adoptado otros países con recursos de litio y por último el estado que guarda la gestión del mineral en Bolivia y México ha puesto de manifiesto que el litio es una inversión a largo plazo, que los casos de éxito han requerido muchos años para tener una industria de producción de BIL desarrollada. Al igual que el petróleo en sus inicios, hay mucho por hacer con el litio, desde encontrar métodos de extracción más sustentables, amigables con el ambiente y sobre todo económicas, hasta mejorar las BIL desde el lado de la calidad, ya que todas las empresas automotrices tienen requerimientos de calidad diferentes en función del modelo de vehículo eléctrico. Su utilidad en el almacenamiento de energía a gran escala todavía no se conoce, es decir, en el futuro será posible generar energía limpia proveniente de fuentes como la energía eólica, solar, por no hablar de la nuclear, con lo que el litio seguirá siendo un mineral que tendrá la atención de todo el mundo.

Es indudable que la inserción mexicana en la cadena requiere de una estrategia que contemple a los actores clave de la cadena, con los cuales se debe negociar la posibilidad de que México sea incluido y sobre respetado como un actor único y de gran relevancia internacional (por las ventajas que se lograron identificar); además, se requerirá indudablemente de relaciones con universidades y centros de investigación en el marco de creación de capacidad nacional y fortalecimiento de los sistemas de innovación. Para lograr esto, el apoyo de todos los niveles de gobierno, municipal, estatal y federal, así como de organizaciones civiles nacionales y extranjeras será fundamental. Por todos estos motivos, el trabajo concluye no rechazar la hipótesis originalmente propuesta en la introducción de esta investigación.

De lograr participar activamente en la cadena los beneficios no sólo serían económicos, pues se detonaría un proceso de aprendizaje que sería aprovechado por productores nacionales para generar ideas de negocio en base a las tendencias productivas, además de beneficios en términos de empleo, recaudación de impuestos, propiedad intelectual nacional, ganancias de experiencia técnica, conformación de redes profesionales, intercambio cultural, influencia geopolítica, etc.

El litio es un mineral que será fundamental para la proliferación de las energías renovables, sobre todo de la electromovilidad. Esto representa una gran oportunidad para México gracias a sus ventajas insuperables, ventajas que ningún otro país en el mundo tiene, así, podría incluso empezar a cambiar el paradigma de América Latina como proveedor de materias primas. El futuro parece augurar nuevas formas en que la región, y especialmente nuestro país, pueden participar en el escenario mundial, al mismo tiempo esto significa una gran responsabilidad con las próximas generaciones.

Fuentes consultadas

- Alvarado, J., & Padilla, R. (2014). El resurgimiento de la política industrial. En R. P. Pérez, *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial: Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica*. (págs. 33-75). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado el 01 de diciembre de 2022, de <http://hdl.handle.net/11362/43175>
- Archibugi, D., & Michie, J. (1995). The globalisation of technology: a new taxonomy. *Cambridge Journal of Economic*, 19(1), 121-140. doi:<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035299>
- Arthur, W. B. (1990). Positive Feedbacks in the Economy. *Scientific American*, 262(2), 92-99. Recuperado el 17 de junio de 2022
- Banco Interamericano de Desarrollo. (07 de Enero de 2022). *BID*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://www.iadb.org/es/noticias/nearshoring-agregaria-us78000-millones-en-exportaciones-de-america-latina-y-caribe>
- Bloomberg Línea . (noviembre de 2022). *México y el nearshoring, ¿hacia donde va? [Episodio de podcast]*. En Bloomberg Línea, Spotify. Obtenido de <https://open.spotify.com/episode/76irZwEvBl6syVPsDxsZ05>
- Bolsamanía. (2023). *Tesla, cerca de acordar en Indonesia una planta que fabrique un millón de vehículos*. Obtenido de Bolsamanía: <https://www.bolsamania.com/noticias/empresas/tesla-cerca-acuerdo-planta-indonesia-fabrique-millon-vehiculos-anuales--11940936.html>
- Botto, M. (2013). Alcances y límites en la integración productiva del Mercosur. *Área de Relaciones internacionales. FLACSO*.
- Bowell, R., Lagos, L., Camilo, R., & Declercq, J. (2020). Classification and characteristics of natural Lithium. *Elements*, 16(4), 259-264. doi:<https://doi.org/10.2138/gselements.16.4.259>
- Britto, J. (2013). Cooperação interindustrial e Redes de Empresas. (Elsevier, Ed.) *Economia industrial Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil*, 211-230. Recuperado el 22 de agosto de 2022
- Cabrera, S. V. (2012). Gobernabilidad y ascenso en la cadena de valor: discusión conceptual. *Análisis Económico*, 27(66), 7-23. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/413/41326845002.pdf>

- Calvo, E. (2017). Procesos de extracción de litio de sus depósitos en salares argentinos. En E. Baran, *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las* (págs. 69-83). ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Recuperado el 26 de octubre de 2022
- Cámara de Diputados. (2022). *Modelo de gobernanza del litio en México*. Ciudad de México: Cámara de Diputados. Recuperado el 14 de noviembre de 2022, de <https://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ASS-03-22.pdf>
- Casillas, A., & Nava, M. (2018). *Litio y cobalto. Mismo propósito, diferente camino*. BBVA Research. Recuperado el 01 de diciembre de 2022, de https://www.bbvaesearch.com/wp-content/uploads/2018/07/180730_LitioCobalto_esp.pdf
- Castello, A., & Kloster, M. (2015). *Industrialización del litio y agregado de valor local*. CIETCI. Recuperado el 22 de noviembre de 2022, de <http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/DT1-Indsutrializaci%C3%B3n-del-litio-y-agregado-de-valor-local.pdf>
- Castillo, M. (2022). El 10% de los coches vendidos en 2022 son eléctricos y el Tesla Model Y es el rey. Recuperado el 25 de diciembre de 2022, de <https://hipertextual.com/2022/08/10-coches-vendidos-2022-electricos>
- Chung, D., Elgqvist, E., & Santhanagopalan, S. (2015). Automotive Lithium-ion Battery (LIB) Supply Chain and U.S. Competitiveness Considerations. *Clean Energy Manufacturing Analysis Center*.
- Cimoli, M., Giovanni, D., & Stiglitz, J. (2009). *Industrial Policy and Development*. Oxford University Press.
- Coase, R. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*, 386-405. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>
- COCHILCO. (2020). *Oferta y demanda de litio hacia el 2030*. Santiago de Chile: Dirección de Estudios y Política Pública. Recuperado el 30 de julio de 2022, de <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Produccion%20y%20consumo%20de%20litio%20hacia%20el%202030.pdf>
- COMPASS MINERALS. (2022). *LITHIUM STRATEGY UPDATE*. COMPASS MINERALS. Recuperado el 30 de septiembre de 2022, de [https://s22.q4cdn.com/834578860/files/doc_presentations/2022/09/Strategic-Update-Presentation-Final-for-Posting-\(09.14.22\).pdf](https://s22.q4cdn.com/834578860/files/doc_presentations/2022/09/Strategic-Update-Presentation-Final-for-Posting-(09.14.22).pdf)
- Depetris, P. (2017). Comentarios sobre la geoquímica del litio. *ANCEFN - (Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas)*, 12-26.
- Dirección General de Desarrollo Minero. (2021). *Portafolio de proyectos mineros*. Secretaría de Economía. Recuperado el 08 de septiembre de 2022
- Dirección General de Desarrollo Minero. (2018). *Perfil del mercado de litio*.
- Dirección General de Minas. (2021). *Sistema Integral de Administración minera*. Secretaría de Economía. Recuperado el 07 de octubre de 2022, de

<https://e.economia.gob.mx/servicios/sistema-integral-de-administracion-minera-siam/>

- Economides, N. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization*, 14(6), 673-699. doi:[https://doi.org/10.1016/0167-7187\(96\)01015-6](https://doi.org/10.1016/0167-7187(96)01015-6)
- Entrepreneur . (06 de septiembre de 2022). *Entrepreneur en español*. Obtenido de Este será el precio de Quantum, el auto eléctrico de precio bajo que pronto llegará a México: <https://www.entrepreneur.com/es/noticias/este-sera-el-precio-de-quantum-el-auto-electrico-de/434807>
- Etcheverry, R., Tessone, M., Moreira, P., & Kruse, E. (2020). *Caracterización geológica de las fuentes actuales y potenciales de obtención de Litio en la República Argentina. Panorama acerca del Mercado del Litio*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación . Sistema Nacional de Repositorios Digitales .
- Fairfield. (2021). *CISION PR Newswire*. Recuperado el 21 de diciembre de 2022, de China and Australia to Lead Production in Global Lithium Mining Market in the Foreseeable Future, Says Fairfield Market Research: <https://www.prnewswire.com/news-releases/china-and-australia-to-lead-production-in-global-lithium-mining-market-in-the-foreseeable-future-says-fairfield-market-research-301377140.html>
- Forbes. (11 de enero de 2022). How The U.S. Is Losing The Lithium Industry To China. *Forbes*. Recuperado el 18 de septiembre de 2022, de <https://www.forbes.com/sites/forbesdigitalcovers/2018/07/16/100m-magic-why-bruno-mars-and-other-stars-are-ditching-their-managers/?sh=c6a359d25b58>
- Fornillo, B., Gamba, M., & Zicari, J. (2019). El mercado mundial del litio y el eje asiático. Dinámicas comerciales, industriales y tecnológicas (2001-2017). *POLIS Revista Latinoamericana*. Recuperado el 19 de noviembre de 2022, de <https://journals.openedition.org/polis/17182>
- Garrido, J. A., & Nuchera, A. H. (2012). Relaciones de gobernanza e innovación en la cadena de valor: nuevos paradigmas de competitividad. *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, 205-214.
- Geocomunes, Red mexicana de afectados por la minería y MiningWatch Canadá. (2021). *Informe. El litio: la nueva disputa comercial dinamizada por el falso mercado verde*. Geocomunes. Recuperado el 23 de julio de 2022, de https://geocomunes.org/Analisis_PDF/Litio_Informe_Final_Enero2021.pdf
- Gereffi, G. (2001). Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 32(125). Obtenido de <file:///D:/Ivan/LET%20-%20Las%20cadenas%20productivas%20como%20marco%20anal%C3%ADtico%20para%20la%20globalizaci%C3%B3n%20-%202016-01-12.pdf>
- Gereffi, G., & Fernandez, K. (2011). *Global Value Chain Analysis: A Primer*.
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. J. (2005). *Review of international political economy*, 12(1), 78-104. doi:<https://doi.org/10.1080/09692290500049805>

- Gigante, E. (13 de febrero de 2021). *El desafío de sumar eslabones en la cadena de valor del litio*. Obtenido de Visión Desarrollista: <https://www.visiondesarrollista.org/el-desafio-de-sumar-eslabones-en-la-cadena-de-valor-del-litio/>
- Gómez, C. (2012). Las exportaciones de México a los Estados Unidos. Su importancia y principales determinantes, 1993-2011. *Tiempo Económico*, VII(20), 71-80. Recuperado el 12 de Diciembre de 2022, de <http://tiempoeconomico.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2017/07/20te5.pdf>
- González, S. (2020). *Oferta y demanda de litio hacia el 2030*. Ministerio de Minería de Chile.
- Grant, A., Hersh, E., & Berry, C. (2020). *So, You Want to Make Batteries Too?* The Payne Institute for Pulic Policy.
- INEGI. (2022). *Comparaciones internacionales*. Recuperado el 01 de septiembre de 2022, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/temas/pci/>
- INEGI. (2022). *Comunicado de presa núm. 11/22*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/rm_raiavl/rm_raiavl2022_01.pdf
- International Energy Agency. (2022). *Global EV Outlook 2022*. Clean Energy Ministerial. Recuperado el 02 de septiembre de 2022, de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad8fb04c-4f75-42fc-973a-6e54c8a4449a/GlobalElectricVehicleOutlook2022.pdf>
- Jimenez, D., & Saez, M. (2022). *Agregación de valor en la producción de compuestos de lio en la región del triángulo del litio*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado el 22 de agosto de 2022, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48055/S2200263_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jiménez, D., & Sáez, M. (2022). *Agregación de valor en la producción de compuestos de lio en la región del triángulo del litio*. Santiago: Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Recuperado el 22 de agosto de 2022, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48055/S2200263_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jimenez, F., & Lahura, E. (1999). *La Nueva Teoría del Comercio Internacional*. Obtenido de <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/DDD149.pdf>
- Jones, B., Acuña, F., & Rodríguez, V. (2021). *Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Recuperado el 22 de agosto de 2022, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47108/1/S2100357_es.pdf
- Kogut, B. (1984). Normative observations on the international value-added chain and strategic groups. *Journal of International Business Studies*, 15(2), 151-167.

- Looty, M., & Szapiro, M. (2013). Economías de Escala e Escopo. (Elsevier, Ed.) *Economía industrial: fundamentos teóricos e prácticas no Brasil*, 25-39.
- Maloney, W., & Perry, G. (2005). Hacia una política de innovación eficiente en América Latina. *Revista de la CEPAL*(87). Recuperado el 21 de noviembre de 2022
- Matos, M., Cassiolato, J., Marcelino, I., & Podcameni, M. (2015). The myth of upgrading and development through insertion in Global Value Chains: a critique based on the Innovation System Literature. *HE 13TH GLOBELICS INTERNATIONAL CONFERENCE*. La Habana, Cuba. Recuperado el 13 de octubre de 2022, de <https://www.scribd.com/document/326681176/Matos-Et-Al-2015>
- Metalary . (2022). *METALARY*. Obtenido de Lithium Price: <https://www.metalary.com/lithium-price/>
- MILENIO. (2022). Tesla y NL perfilan anunciar llegada de planta al estado a principios de 2023. *MILENIO*. Recuperado el 19 de diciembre de 2022, de <https://www.milenio.com/negocios/tesla-llegara-a-monterrey-a-principios-de-2023>
- Ministerio de Minería de Chile . (s/f). *Extracción del litio desde el mineral* . Ministetio de Minería de Chile .
- Morales, P. (2022). Situación de la industria del litio en China. *Biblioteca del congreso nacional de Chile*, 1-6. Recuperado el 24 de octubre de 2022, de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33069/1/Situacion_de_la_industria_del_litio_en_China.pdf
- Moreno, F. (2015). *Cadena de Valor Global del Litio: países e ingresos nacionales brutos*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Recuperado el 27 de noviembre de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/331072246_Cadena_de_Valor_Global_del_Litio_Paises_e_Ingresos_Nacionales_Brutos#pdf
- Morrison, A., Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (13 de feb de 2008). Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries. *Oxford Development Studies*, 39-58. doi:<https://doi.org/10.1080/13600810701848144>
- Mudambi, R. (2008). Location, control and innovation in knowledge-intensive industries. *Journal of Economic Geography*, 699-725. doi:<https://doi.org/10.1093/jeg/lbn024>
- Nacif, F. (2012). Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico. *La revista del CCC*. Recuperado el 12 de septiembre de 2022, de <https://www.centrocultural.coop/revista/transiciones>
- Narula, R., & Dunning, J. H. (19 de aug de 2010). Industrial Development, Globalization and Multinational Enterprises: New Realities for Developing Countries. *Oxford Development Studies*, 141-167. doi:<https://doi.org/10.1080/713688313>
- Núñez, V. (2021). *Litio: México, un territorio estratégico*. Rompimiento TV. Recuperado el 01 de octubre de 2022, de <https://www.rompeviento.tv/litio-mexico-un-territorio-estrategico-2/>

- Obaya, M. (2019). Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia. *CEPAL*, 1-65. Recuperado el 22 de noviembre de 2022, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44776/S1900479_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Observatorio de Complejidad Económica. (2022). *Comercio bilateral entre México y Estados Unidos*. Obtenido de OCE: [https://oec.world/es/profile/bilateral-country/mex/partner/usa#:~:text=Comercio%20de%20productos,%23permalink%20to%20section&text=En%202020%2C%20M%C3%A9xico%20export%C3%B3%20%24326MM%20hacia%20Estados%20Unidos.,\)%20\(%2422%2C9MM\)](https://oec.world/es/profile/bilateral-country/mex/partner/usa#:~:text=Comercio%20de%20productos,%23permalink%20to%20section&text=En%202020%2C%20M%C3%A9xico%20export%C3%B3%20%24326MM%20hacia%20Estados%20Unidos.,)%20(%2422%2C9MM)).
- OCDE. (2013). *Trade Policy Implications of Global Value Chains*. OCDE. Recuperado el 12 de agosto de 2022, de https://www.oecd.org/sti/ind/Trade_Policy_Implications_May_2013.pdf
- Padilla, R., Yannick, G., & Rodríguez, P. (2013). Sistemas de innovación. En R. Padilla, *Sistemas de innovación en Centroamérica. Fortalecimiento a través de la integración regional*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Pérez, J. (2019). Cadenas globales de valor: una revisión bibliográfica. *Semestre Económico*, 22(51), 1-19. doi:<https://doi.org/10.22395/seec.v22n51a4>
- Polinomics . (2022). *Polinomics Economics made simple*. Obtenido de Rendimientos a escala : <https://policonomics.com/es/rendimientos-escala/>
- Porter. (1986). Competition in global industries. *Harvard Business Press*. Recuperado el 12 de octubre de 2022, de https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=vhzv3Dfb8MIC&oi=fnd&pg=IA3&dq=Competition+in+global+industries,+EUA%3B+Harvard+Business++School+Press&ots=6OHnZmcyVk&sig=GUSFF3Yt39XINGEXpsSRO_0a8as&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Porter, M. (1990). Competitive advantage of nations. (A. D. Macmillan, Ed.) *The Free Press*. Recuperado el 22 de enero de 2021
- Quinteros, V. J. (2020). Cadena regional de valor en torno del litio: posibilidades dentro de los procesos de integración regionales. (*Trabajo final de maestría*). Universidad de Buenos Aires, Buenos aires.
- Revista Panorama Minero. (2020). Panorama Minero, Enfoques "Litio: tendencias de mercado y hacia donde se dirige la Argentina". *Revista Panorama Minero*(484), 18-27. Recuperado el 16 de noviembre de 2022
- Rompeviento TV. (17 de marzo de 2021). México: litio al descubierto - Reportaje Especial - Estreno mundial. Recuperado el 12 de julio de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=n8qU2jdkqv0&t=2718s>
- Roskill . (2020). Lithium Outlook to 2030.

- Salas, H. (2010). *Reunión del Grupo de Expertos en el Desarrollo Sostenible de los recursos de litio en América Latina: Hechos relevantes y oportunidades*. Presentación de PowerPoint. Recuperado el 07 de junio de 2022, de https://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2010/EGM_latinamerica/Presentations-and-Speeches/Session-2/8HECTOR_SALAS_HERNANDEZ/10.HERNANDEZ.pdf
- Sánchez, A. (15 de noviembre de 2019). CLACSO. Obtenido de Detrás del Golpe: la industrialización del litio en Bolivia: <https://www.clacso.org/en/detras-del-golpe-la-industrializacion-del-litio-en-bolivia/>
- Schteingart, D., Santarcángelo, J., & Porta, F. (2017). Cadenas Globales de Valor: una mirada crítica a una nueva forma de pensar el desarrollo. *Cuadernos de Economía Crítica*, 99-129. Recuperado el 21 de noviembre de 2022, de <http://www.sociedadeconomiacritica.org/ojs/index.php/cec/article/view/219/526>
- Secretaría de Economía. (2012). *Industria Automotriz*. Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología. Obtenido de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Monografia_Industria_Automotriz_MARZO_2012.pdf
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2022). *Criterios Generales de Política Económica para la Iniciativa de la Ley de Ingresos y el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación correspondiente al ejercicio fiscal 2023*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Recuperado el 01 de enero de 2023, de https://www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx/work/models/Finanzas_Publicas/docs/paquete_economico/cgpe/cgpe_2023.PDF
- Secretaría de Economía. (2018). *Perfil del mercado del litio*. Dirección General de Desarrollo Minero. Recuperado el 01 de diciembre de 2022, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419275/Perfil_Litio_2018__T_.pdf
- SGM. (2021). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana*. Servicio Geológico Mexicano. Recuperado el 21 de diciembre de 2022, de https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf
- SGM. (2021). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2020. Edición 2021*. Servicio Geológico Nacional. Recuperado el 13 de diciembre | de 2022, de https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf
- Soler, Á. (2022). *¿Qué es una gigafactoría?* Obtenido de Neumotor: <https://neumotor.epe.es/industria/que-es-una-gigafactoria-IENM5648>
- Ströbele, J. (2013). *Nueva Sociedad*. Obtenido de El proyecto estatal del litio en Bolivia. Expectativas, desafíos y dilemas: <https://nuso.org/articulo/el-proyecto-estatal-del-litio-en-bolivia-expectativas-desafios-y-dilemas/>
- Tamayo, M. P., & Piñeros, J. D. (2007). Formas de integración de las empresas. *Ecos de Economía*, 11(24), 1-18. Recuperado el 06 de febrero de 2022

The Payne Institute for Public Policy. (2020). Entonces, tú también quiees hacer baterías? *Serie de Comentarios de Payne Institute: Punto de Vista*, 1-23.

United States Geological Survey. (2022). *MINERAL COMMODITY SUMMARIES*. U.S. Government Publishing Office. Recuperado el 15 de septiembre de 2022, de <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

Vicent, C. (2000). Lithium batteries: a 50-year perspective, 1959–2009. *Solid State Ionics*, 134(1-2), 159-167., 124(1-2), 159-167. Recuperado el 22 de agosto de 2022

WTO; IDE-JETRO. (2011). *TRADE PATTERNS AND GLOBAL VALUE CHAINS IN EAST ASIA: From trade in goods to trade in tasks*. WTO; IDE-JETRO. Obtenido de https://www.wto.org/spanish/res_s/publications_s/stat_tradePAT_globvalchains_s.htm

Yacimientos de Litio Bolivianos . (2022). *Breve reseña histórica* . Obtenido de YLB: https://www.ylb.gob.bo/inicio/acerca_de_YLB