



EXPECTATIVAS Y DESAFÍOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL LITIO EN BOLIVIA (2006-2019)

roberto.delbarco@gmail.com
gfoladori@gmail.com

Roberto del Barco¹
Universidad Técnica de Oruro
Guillermo Foladori²
Universidad Autónoma de Zacatecas

Resumen

En la última década el litio ha sido considerado como el oro blanco en las esferas financieras. Bolivia ha emergido en el contexto de países productores con un proyecto millonario de explotación de sus reservas de salmuera bajo control estatal. Este artículo revisa la historia reciente del papel del litio en Bolivia; analiza la etapa actual de industrialización del litio por el Estado, y el contexto nacional e internacional en que esto se desarrolla. Concluye planteando algunas dudas sobre la viabilidad de la explotación del litio en Bolivia, sugiriendo que temas como el desarrollo de la productividad del trabajo por competidores, junto a cuestiones de insostenibilidad ambiental pueden echar por tierra las grandilocuentes expectativas gubernamentales.

Palabras Clave

Litio - Carbonato de litio - Hidróxido de litio - Vehículo eléctrico - Baterías - Bolivia - Evo Morales

¹ Director de Postgrado de la Universidad Técnica de Oruro. Coordinador del Instituto de Transferencia Tecnológica e Innovación (ITTI) de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Oruro. Posdoctorando en la Unidad Académica de Estudios del Desarrollo (UAED) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), México. Este trabajo fue realizado con apoyo de una beca de excelencia otorgada por el Gobierno de México a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores 2018-2019.

² Profesor e investigador de la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas.

AMERICANIA

REVISTA DE ESTUDIOS LATINOAMERICANOS
DE LA UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE DE SEVILLA
NÚMERO 11 ENERO - JUNIO 2020 NUEVA ÉPOCA

EXPECTATIONS AND CHALLENGES OF LITHIUM INDUSTRIALIZATION IN BOLIVIA (2006-2019)

roberto.delbarco@gmail.com
gfoladori@gmail.com

Roberto del Barco
Universidad Técnica de Oruro
Guillermo Foladori
Universidad Autónoma de Zacatecas

Abstract

Lithium has been considered as white gold in the financial spheres of the last decade. Bolivia has emerged in the context of producing countries with a million-dollar project for the exploitation of its brine reserves under state control. This article reviews the recent history of lithium's role in Bolivia. It accentuates the current stage of state industrialization by raising doubts about the viability of State exploitation in Bolivia, suggesting that issues like the development of labor productivity by competitors, together with issues of environmental unsustainability, can destroy governmental expectations.

Key Words

Lithium - Lithium Carbonate - Lithium Hidroxide - Electric Car - Batteries - Bolivia - Evo Morales

Introducción³

El litio (ion-Li) ha tenido una demanda muy importante en la última década, como resultado de haber sustituido a otros materiales (p. ej., níquel-cadmio) como principal elemento para almacenar energía. El principal destino son las baterías para teléfonos celulares y para automóviles eléctricos. Las políticas públicas tendientes a sustituir los combustibles fósiles como fuente de energía por combustibles más amigables con el ambiente son un acicate para aumentar la demanda del litio⁴.

Desde finales del siglo XX se sabe que Bolivia tiene una de las existencias (*resources*)⁵ de litio concentrado en salmueras más grande del mundo, sino la mayor. Pero la perspectiva de industrializarlo con rendimiento económico surge a finales de la primera década del 2000. Desde el primer gobierno del presidente Juan Evo Morales en Bolivia (2006), el litio ocupó un lugar de privilegio en la política boliviana.

A lo largo de los últimos diez años el gobierno de Bolivia impulsó un proyecto de largo aliento, tendiente a la investigación, extracción, procesamiento e incorporación del litio en baterías para vehículos eléctricos. El proyecto se basó fundamentalmente en el control por parte del Estado de toda la cadena de producción. Esta particularidad, de abarcar una cadena de producción completa con control estatal, contrasta con la historia de la mayoría de los emprendimientos mineros en América Latina, que son mayormente extractivistas y controlados por corporaciones multinacionales extranjeras. Difiere, también, con la historia de los países de la región, donde pocos recursos de la minería se han trasladado a la acumulación de capital, recordando la teoría de la maldición de los recursos⁶. Resulta llamativo que un país con reducidos antecedentes en desarrollo científico y tecnológico se lance a la industrialización de un mineral que requiere de alta tecnología, al menos para las fases intermedias y finales de la producción de baterías. Si estas características se examinan en un contexto mundial, salta a la vista

³ Los autores agradecen importantes sugerencias de dictaminadores anónimos.

⁴ Agusdinata, Datu Buyung, Wenjuan Liu, Hallie Eakin, and Hugo Romero, "Socio-Environmental Impacts of Lithium Mineral Extraction: Towards a Research Agenda", *Environmental Research Letters* 13, no. 12 (November 27, 2018): 123001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae9b1>.

⁵ Debe distinguirse las existencias físicas (*resources*) que no necesariamente incluyen la posibilidad de ser económicamente rentables por las tecnologías existentes, y las reservas (*reserves*) que son aquellas existencias donde existe la tecnología capaz de explotarla con beneficio económico. En algunos textos la distinción es entre reservas probadas y reservas posibles.

⁶ Auty, Richard M., *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*, Routledge, 1993.

que se trata de un proyecto muy ambicioso, con enormes dificultades para ser realizado.

El presente artículo busca sistematizar la información clave para entender el proceso de industrialización del litio en Bolivia, y mostrar cuáles son los principales retos que podrían poner en cuestión la viabilidad de un proyecto como el propuesto. En el segundo apartado se muestra la importancia del litio en el contexto mundial y como valiosa materia prima para el tránsito hacia una economía verde. El tercer apartado resume las potencialidades del llamado triángulo del litio, del cual Bolivia forma parte junto con Argentina y Chile. El cuarto apartado presenta la historia del papel del litio en la política boliviana anterior al proceso de explotación del presente siglo. El quinto destaca los principales hitos de la política del litio en Bolivia, desde el arranque del auge comercial y la propuesta de industrialización integral. El sexto apartado discute los potenciales desafíos que enfrenta el proyecto boliviano de industrialización del litio. Por último, se exponen las conclusiones.

La importancia estratégica del litio en el contexto mundial

Los grandes bloques de poder mundial pugnan por controlar los recursos fósiles menguantes y, de forma paralela, tener acceso a las fuentes de materia prima que son la base para el desarrollo de las energías limpias. La transición energética apunta a abandonar paulatinamente los cada vez más escasos combustibles contaminantes que alimentan los sistemas energéticos centralizados y concentrados, para generar un tipo de energía renovable y sostenible en base a sistemas de generación y distribución más equitativos, menos concentrados y menos contaminantes. Una transición que se dirija más allá de los combustibles fósiles requiere una reingeniería de las infraestructuras energéticas, una nueva forma de gestionar la energía, de relacionarse con el medio ambiente, de concebir el desarrollo de los países y de organizarse como sociedad. Una característica de este nuevo paradigma energético señala la necesidad de desarrollar y extender nuevas formas de almacenar la energía eléctrica procedente de fuentes renovables. Combustibles fósiles como el petróleo, el gas o el carbón, constituyen energía almacenada; una forma de acumulación biológica basada en la energía solar. En el caso del petróleo, algunos países poseen inmensos reservorios subterráneos donde se depositan miles de millones de barriles.

El caso de las energías renovables es radicalmente opuesto. Estas tecnologías, que captan la energía del ambiente en sus diferentes formas (térmica,

cinética, etc.), producen electricidad, la cual debe ser consumida *ipso facto* o, de otro modo, se desperdicia⁷.

El almacenamiento de energía eléctrica ha sido descrito por numerosos expertos como el 'Santo Grial' de la industria de la energía eléctrica⁸, siendo incluido como parte vital de la planificación energética en diferentes países. Hasta la fecha, las soluciones de almacenamiento basadas en baterías gigantes resultan caras, por lo que históricamente ha sido mucho más rentable desarrollar la generación, la transmisión y la distribución para satisfacer las necesidades de consumo y proporcionar un margen de operación suficiente.

En el contexto mundial de la búsqueda de energías limpias y de miniaturización de tamaños en dispositivos de comunicación y transporte, el litio ha pasado a ser una materia prima estratégica en la fase de acumulación de energía⁹. El litio es uno de los requisitos para los acumuladores de energía que alimentan los dispositivos eléctricos cotidianos¹⁰; se proyecta como el núcleo energético de los vehículos eléctricos que se lanzan a la circulación mundial. Es, hoy en día, el principal medio conocido de reserva de electricidad que producen las energías alternativas¹¹. A pesar de que el litio es uno de los minerales más comunes y extendidos en el mundo, su concentración para usos industriales es restringida, y la explotación puede estar ligada a procesos altamente nocivos y contaminantes para la naturaleza.

Según las tendencias dadas por la consultora en mercados globales de tecnología limpia Navigant Research¹², las baterías ion-litio irán disminuyendo sus

⁷ Kazimierski, M., "Transición Energética, Principios y Retos: La Necesidad de Almacenar Energía y El Potencial de La Batería Ion-Litio", in *Litio En Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios*, El Colectivo; CLACSO; IEALC - Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2019.

⁸ Dunn, B, H Kamath, and J Tarascon, "Electrical Energy Storage for the Grid: A Battery of Choices", *Science*, 2011, 334.

⁹ Fornillo, Bruno, and M Gamba, "Política, Ciencia y Energía En El Triángulo Del Litio", in *Litio En Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios*.

¹⁰ Las baterías de Li tienen la capacidad de almacenar gran cantidad de energía en poco espacio. Desde la década de los años noventa se están desarrollando tecnologías en base a Li para la industria automotriz. Compañías automovilísticas como Hyundai, Nissan, Mitsubishi, General Motors y Mercedes Benz continúan avanzando en sus programas de desarrollo de automóviles híbridos y eléctricos que utilizan baterías de Li. Los grandes avances en las baterías de Li han permitido que sea realmente posible la movilidad eléctrica (Del Barco, Roberto, "Nanotecnología y Litio, Su Relevancia En La Política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Bolivia", in *Investigación y Mercado de Nanotecnologías En América Latina*, Miguel Angel Porrúa / Universidad Autónoma de Zacatecas, Ciudad de México, 2016). Cuando a finales del siglo XIX se generalizó el vehículo eléctrico, el principal problema que lo llevó a perder primacía frente al de combustibles fósiles era la menor autonomía de circulación y el tiempo de recarga o sustitución de las baterías. El moderno relanzamiento de los vehículos eléctricos ha superado ambas barreras Energy.gov. "Timeline: History of the Electric Car", Energy.gov. <https://www.energy.gov/timeline/timeline-history-electric-car> (Consultado en 11/11/2019)

¹¹ Kazimierski, "Transición Energética, Principios y Retos..."

¹² Navigant Research, "Advanced Energy Storage for Au Navigate Research. "Advanced Energy Storage for Automotive Applications", 2014. www.navigantresearch.com/automotive-applications".

costos aceleradamente. La curva decreciente para 2014 se ubicaba en torno a los 800 dólares/kWh, mientras que para el 2018 se ha reducido a 450 dólares/kWh. Las proyecciones prevén una importante disminución hasta los 96 dólares/kWh para 2024, y 70 dólares/kWh para el 2030. Esta caída de precios se infiere a partir de una creciente inversión en nanotecnología en la construcción de los principales elementos de la batería, estimulada por el ingreso de compañías como LG, Samsung, Tesla o Panasonic, compañías tecnológicas con soporte financiero que permiten un avance continuo y sostenido en este campo¹³. La tecnología de baterías en base a ion-Li ha tendido a consolidarse en el último lustro. De acuerdo con un informe publicado por la empresa de investigación Mercom Capital Group, sobre el financiamiento energético, los 'inversionistas de alto riesgo' (*venture capital*) han apostado a compañías fabricantes de baterías de ion-Li que trabajan bajo principios nanotecnológicos cercanos a la frontera del conocimiento¹⁴, logrando la suma de 714 millones de dólares en 2017, casi el doble de los 356 millones recaudados en 2016¹⁵.

Esta dinámica de abaratamiento puede ser explicada en gran parte por el crecimiento de la industria de los automóviles eléctricos. El rubro automotriz ha identificado en los vehículos eléctricos un nuevo mercado, donde la tecnología ofrece un gran potencial para afrontar retos actuales importantes, como el calentamiento global, la dependencia de los combustibles fósiles, la contaminación atmosférica local y global y el almacenamiento de energía renovable. La moderna historia de los vehículos eléctricos se remonta a 1997, cuando la automotriz Toyota Motor Corp. (de Japón) lanzó su primer modelo híbrido (Prius). Esto incluyó una alianza con otras empresas japonesas como Panasonic y Sanyo para el desarrollo de las baterías eléctricas para automóviles, bajo la licencia Hybrid Synergy Drive®. Dicha licencia fue adquirida por otras automotrices, como Nissan, para su producción en serie¹⁶. A día de hoy, se encuentran numerosas empresas que producen vehículos eléctricos, como General Motors, BYD, Tesla, Volvo, Hyundai, Kia y Mercedes Benz, conformando un mercado sumamente competitivo. Asimismo,

¹³ Este mercado fue originalmente visto con cierto escepticismo, dado que en la memoria de los inversionistas estaba la quiebra de compañías como A123 Systems, Xtreme Power y Beacon Power.

¹⁴ Osaka, Tetsuya, and Zempachi Ogumi, *Nanoscale Technology for Advanced Lithium Batteries*, Springer Science & Business Media, 2013.

¹⁵ AIE, "World Energy Outlook". Disponible en: www.iea.org.

¹⁶ Zicari, J., "El Mercado Del Litio Desde Una Perspectiva Global: De La Argentina al Mundo. Actores, Lógicas y Dinámicas", in *Geopolítica Del Litio. Industria, Ciencia y Energía En Argentina*, El Colectivo-CLACSO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2015.

otros medios de transporte van explorando la propulsión eléctrica a base de baterías de litio, para bicicletas, camiones, trenes, e incluso aviones.

El fuerte aumento en la demanda actual de vehículos eléctricos puede explicarse por la disminución sustancial en el coste total, y en el de las baterías de ion-litio en particular. Se considera que cada vehículo eléctrico necesita entre 9 y 15 Kg de litio mineral (la batería del Tesla Modelo S de Tesla tiene 12 kgs de litio), donde la batería representa un tercio del coste total. A pesar de que el valor de la tonelada de litio ha crecido de los 4.300 dólares en 2010 a 16.500 dólares en 2018, los costes en baterías han caído un 65%, por debajo de los 300 dólares por kilovatio-hora en 2016, evidenciando la importancia que tienen las economías de escala a la hora de hacer factibles nuevas aplicaciones tecnológicas. La empresa tecnológica Panasonic es una de las que dominan el mercado de las baterías para vehículos eléctricos. Su mercado ha crecido un 66% en 2016, produciendo 20,4 GWh frente a los 12,3 GWh del año anterior. Esto se explica, en parte, porque la capacidad de las baterías de los nuevos coches eléctricos está aumentando de forma considerable, lo que supone que se necesitan 'más kWh' por cada unidad que sale al mercado. En segundo lugar, en el mercado de baterías se encuentra BYD, que ha experimentado un enorme crecimiento entre los principales fabricantes, con un incremento del 143% (de 1,6 a 4 GWh) para el mismo período, logrando una cuota de mercado del 20%¹⁷.

Existencias de litio anteriormente poco explotadas se han constituido en foco de atención internacional. El 'Triángulo de litio' conformado por Argentina, Chile y Bolivia posee el 62% de las reservas mundiales del litio en salares de más fácil explotación y mayor rentabilidad económica¹⁸. Al inicio del siglo XXI se han intensificado las aspiraciones de capitales globales de inversiones en materia prima regional, una situación que propició la planificación de diferentes políticas públicas por parte de cada país del Triángulo y también reacciones de diversa índole por parte de la sociedad civil organizada. Pero, esta ventaja natural del Triángulo del litio coexiste con el desarrollo tecnológico que podría frustrar las expectativas. De hecho, varias tecnologías que reducen el tiempo de extracción de la principal materia prima, el carbonato de litio de las salmueras, están en experimentación y otras en producción. Hay alternativas para pasar del método tradicional por evaporación y lixiviación, que dura 18 meses de media (aunque puede llegar a 24

¹⁷ AIE, "World Energy Outlook".

¹⁸ Slipak, A., and S. Urrutia, "Historias de La Extracción, Dinámicas Jurídico-Tributarias y El Litio En Los Modelos de Desarrollo de Argentina, Bolivia y Chile", in *Litio En Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios*.

meses) a procedimientos de producción continua en horas¹⁹. Además de la reducción en el tiempo de rotación del capital, varias de las nuevas tecnologías tienen la virtud de poder explotar depósitos geológicos que anteriormente no eran considerados reservas, tanto por el descenso del coste de explotación, como por la disminución sustancial de los requerimientos de agua, con lo cual la fertilidad natural se puede ver contrarrestada o incrementada por el aumento de la productividad que las nuevas tecnologías permiten.

Que hasta el momento la región sudamericana sea poseedora de las mayores y más rentables reservas, podría significar una oportunidad para aprovechar las capacidades regionales y consolidar una industria energética. Pero, también podría ser un nuevo capítulo de sometimiento bajo la férula de grandes transnacionales que consoliden la división Norte-Sur²⁰. La coyuntura muestra una importante capacidad de suministro de las empresas productoras de componentes, así como la competencia entre los fabricantes que ha llegado a niveles nunca antes vistos. Según Navigant Research²¹, el mercado de suministro de baterías de iones de litio solo para vehículos ligeros puede llegar a 221.000 millones de dólares para 2024. Si resulta viable la industrialización nacional del litio y la transformación de los *commodities* de litio en productos de mayor valor agregado y en baterías de litio, el accionar de los países sudamericanos será clave para determinar las posibilidades reales de generar riqueza y formas alternativas de desarrollo.

La fabricación de estas baterías requiere de una cantidad de componentes de aluminio, acero y termoplásticos, materiales en los que varios de los países de la región tienen producción industrial e, incluso, importantes capacidades tecnológicas. Puestas a disposición de la industria del litio, mediante la participación socio-estatal y de sus capacidades científico-tecnológicas, podría significar un avance hacia el empoderamiento regional; hay, sin embargo, otros componentes, como el cobalto, que no produce la región y es sumamente caro²². Si la batería de ion-litio logra reducir su coste y superar con solvencia algunas de las principales

¹⁹ Bohlsen, Matt, "Lithium Extraction Techniques - A Look At The Latest Technologies And The Companies Involved", *Seeking Alpha*, July 14, 2016. <https://seekingalpha.com/article/3988497-lithium-extraction-techniques-look-latest-technologies-companies-involved>.

²⁰ La situación de los países del Triángulo del litio recuerda la polémica sobre la 'maldición de los recursos', donde países con grandes recursos naturales como el petróleo no logran utilizarlos para el desarrollo. Véase al respecto *Auty, Sustaining Development in Mineral Economies*.

²¹ Navigant Research, "Advanced Energy Storage for Automotive Applications".

²² Azevedo, Marcelo, Nicolo Campagnol, Toralf Hagenbrulch, Ken Hoffman, Ajay Lala, and Oliver Ramsbottom, "Lithium and Cobalt. A Tale of Two Commodities", McKinsey & Company, June 2018. <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/lithium%20and%20cobalt%20a%20tale%20of%20two%20commodities/lithium-and-cobalt-a-tale-of-two-commodities.ashx>.

restricciones técnicas (autonomía de los vehículos, eficiencia en recarga), se encaminará hacia la hegemonía como norma estándar de baterías en los próximos años y su masificación será un hecho.

La explotación del litio en Bolivia cobró auge en un contexto macroeconómico caracterizado por una propuesta estatal de control y desarrollo de los principales recursos energéticos. El 1º de mayo de 2006, el Presidente Juan Evo Morales Ayma promulgó el histórico Decreto Supremo 28701 'Héroes del Chaco', que nacionalizó los hidrocarburos en favor del pueblo boliviano y reactivó la empresa estatal Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB). En la misma línea, y con el objetivo de contribuir a la diversificación de su estructura productiva, el gobierno lanzó en 2008 una estrategia de explotación e industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, incorporando posteriormente los salares de Coipasa y Pastos Grandes. El desafío de la explotación estatal vinculada a los recursos evaporíticos tiene el propósito de diversificar la producción de sales, enfocando dos grandes segmentos del mercado global, el vinculado a los acumuladores de energía, y a los fertilizantes.

El Triángulo del litio

Un halo bordea con luz propia al litio, como si estuviera por sí mismo cargado de futuro. Se lo llamó 'oro blanco', 'petróleo del siglo XXI', 'mineral estrella', etc., y sus existencias andinas recibieron la denominación de la 'Arabia Saudita del litio', dando la pauta de una serie de imaginarios que es preciso delimitar y a veces deconstruir.

Analizar la cuestión del litio en Sudamérica abre un abanico de asignaturas que brindan la oportunidad de calibrar qué es lo que la política, en sentido fuerte y amplio, quiere para un país, una región, una comunidad. A continuación, se presentan cinco argumentos que justifican el juicio anterior:

1) La obtención de litio conlleva un proceso extractivo que permite comprender y evaluar la forma en que se despliegan las actividades del propio proceso y los peligros ambientales que comporta. También la tendencia a situar a los países como meros oferentes de materias primas repitiendo patrones históricos. Aunque el litio puede extraerse de minas de rocas de pegmatita y otras fuentes, los salares son hoy en día las fuentes más rentables y con mayores reservas.



Ilustración 1: Triángulo del Litio. Fuente: Elaboración Propia

2) El litio es un elemento esencial para cadenas de producción diversas, que pueden incluir células de energía, baterías, o materiales de alto valor agregado, repercutiendo en las características del nuevo mercado eléctrico y en el actual ordenamiento correlativo de fuerzas de mercado.

3) Implementar un nuevo vector energético es una de las estrategias significativas para deconstruir una sociedad basada en el consumo incesante de energía fósil. En este sentido, el litio posibilita la comprensión de cómo se articulan las esferas de la ciencia, la industria y la política con el objetivo de poner los cimientos de un patrón de desarrollo clave para las sociedades del siglo XXI.

4) La existencia de comunidades y de poblaciones locales que se enfrentan a la posibilidad de la extracción del litio (entre otros recursos evaporíticos) en los salares andinos, ofrece la oportunidad de vincularse a las dinámicas socio-territoriales y su relación con las esferas intermedias de gobierno, así como los poderes nacionales o plurinacionales. De esta manera, es factible diagnosticar el tipo de acción colectiva que lleva adelante la sociedad civil *in situ*, así como la forma como se conciben las prácticas de participación, conflicto y resistencia comunitaria y ciudadana. Pero, a su vez, lo dicho anteriormente posibilita analizar y comparar las políticas públicas, los modelos de desarrollo, las determinaciones históricas presentes en realidades distintas pero cercanas, facilitando entender a fondo cada caso a partir del análisis de su interdependencia.

5) La existencia de enormes reservas de litio en el área andina llama a explorar tanto los alcances de las políticas de integración regional como la fisonomía del vínculo asimétrico entre el norte y el sur global.

Una mirada de conjunto es precisa y posible actualmente, porque el análisis a nivel global, regional y nacional sobre el litio se ha acrecentado sustancialmente, y consolidado la tecnología basada en este metal. La demanda general del recurso crece, como lo ha hecho el precio de la tonelada de litio, aunque con un descenso notorio en 2019; pero con tendencia a consolidar el perfil que adquiere en cada país. Al mismo tiempo, las trayectorias y experiencias llevadas adelante en el Triángulo del litio revelan experiencias diversas, que resulta preciso presentar y cotejar.

El interés por el litio en Argentina, Bolivia y Chile ganó en intensidad a principios del milenio, cuando se asoció a escala mundial con la acumulación energética del futuro, y esa evidencia se vinculó con la verificación de las grandes existencias andinas. Según estimaciones de 2005, recogidas por CEPAL, entre Bolivia, Chile y Argentina se concentra el 78% del total mundial de reservas²³. Cada país reaccionó de manera diferente frente a esta valoración, en consonancia con los antecedentes sobre el tema a nivel local.

En la Argentina, el primer desarrollo científico serio en relación con las baterías de litio surge entre los años 2005 y 2006, cuando a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) se le encarga la fabricación, la comprobación y el control de la batería de un satélite argentino (el SAC D), que iba a poner en órbita Estados Unidos, a partir de un convenio de vinculación que existía entre ambos países. Fue entonces que un puñado de investigadores tomó conocimiento de la existencia del nuevo tipo de baterías. En aquel momento, se pensó que podría ser económicamente rentable desarrollar las baterías para ser utilizadas por los satélites argentinos. El precio era significativo (rondaba el millón y medio de dólares) y su desarrollo de gran complejidad, puesto que debía asegurarse su supervivencia en el espacio. La iniciativa no prosperó, pero dio pie para que gran parte de la investigación sobre litio se trasladara a aquellos que poseían una trayectoria en

²³ Bárcena, Alicia, "Estado de Situación de La Minería En América Latina y El Caribe: Desafíos y Oportunidades Para Un Desarrollo Más Sostenible. Secretaria Ejecutiva, NNUU-CEPAL", IX Conferencia de Ministerios de Minería de las Américas, Lima, November 20, 2018. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/181116_extendidafinalconferencia_a_los_ministros_mineria_lima.pdf

electroquímica y venían investigando otro tipo de acumuladores, fundamentalmente de hidrógeno²⁴.

En la actualidad existen en Argentina varias explotaciones de litio, inclusive algunas con propuestas de integrar una cadena productiva hasta las baterías (como en la *joint venture* entre la estatal-provincial JEMSE y la italiana Seri Industrial SpA), que no han prosperado por la inestabilidad política y económica²⁵. Pero también existen varios casos donde las comunidades cercanas a los salares han impedido la explotación alegando un enorme consumo de agua en una región semiárida²⁶. Argentina es el segundo exportador mundial de carbonato de litio, que es la principal materia prima comercializable del litio de salares²⁷.

En Chile, el interés por el litio surgió de la mano de científicos que poseían una aguda percepción de lo que sucedía con este metal a nivel internacional. Tempranamente cobró preeminencia el avance de las empresas privadas sobre el área extractiva, donde se desplazaron las investigaciones. Estas investigaciones se centraron en las labores de extracción, donde la firma La Sociedad Química y Minera (SQM) se volvió especialista. Asimismo, destacó la conformación de grupos de investigación, casi sin articulación entre sí, pero relacionados con un buen número de universidades, pero con pocas perspectivas de desarrollo sostenido de ciencia básica. Por último, y vinculado con lo anterior, emergieron proyectos cuya duración estuvo determinada por la falta de financiamiento sostenido, lo cual redundó en la prematura interrupción de las investigaciones²⁸. Tras un interés inicial por parte del Estado chileno por las investigaciones, ciertamente en razón de su escasa presencia en el área extractiva y de la relativa injerencia de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), el interés del Estado fue declinando cada vez más y propiciando una suerte de inestabilidad en las investigaciones públicas de Chile.

También en Chile ha habido recientes intentos de montar fábricas de batería, algunas con células de litio importadas, y otras de producción nacional; ninguno ha prosperado a la fecha²⁹, y Chile continúa siendo el principal exportador

²⁴ Fornillo and Gamba, "Política, Ciencia y Energía..."

²⁵ Millán, Laura, "Lithium Battery Dreams Get a Rude Awakening in South America." *Bloomberg.Com*, October 11, 2019. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-10-11/lithium-battery-dreams-get-a-rude-awakening-in-south-america>.

²⁶ Rivas Molina, Federico, "Oro Blanco En El Norte Pobre de Argentina", *El País*, October 25, 2019.

²⁷ Observatory of Economic Complexity, "OEC - Lithium Carbonates (HS92: 283691) Product Trade, Exporters and Importers", 2018. <https://oec.world/en/profile/hs92/283691/>.

²⁸ Lagos, G., *El Desarrollo Del Litio En Chile: 1984-2017*, EDITEC, Santiago de Chile, 2017.

²⁹ Millán, "Lithium Battery Dreams Get a Rude Awakening in South America".

mundial de carbonato de litio³⁰. Los reclamos y conflictos por detener la explotación del litio son constantes en Chile³¹.

En Bolivia, durante los años noventa, hubo intentos gubernamentales de dar en concesión la explotación del litio a una corporación norteamericana. El cambio de la orientación política del gobierno durante la primera década del siglo XXI convirtió a Bolivia en el primer país en vías de desarrollo en proponerse el control estatal de la cadena de producción de litio, desde la extracción hasta la producción de baterías.

Mirada histórica sobre el litio boliviano

La Universidad estatal Autónoma Tomás Frías (UATF), con sede en la ciudad de Potosí, en conjunto con la Academia de Minas de Freiberg, Alemania, en los años sesenta, llevó adelante investigaciones sobre los recursos del Salar de Uyuni, a partir del trabajo colaborativo de profesores visitantes como Manfred Wolf³².

En 1973, la también estatal Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) de La Paz, en acuerdo con la Recherche Scientifique Technique Outre (ORSTROM), de Francia, analizaron los recursos minerales de los salares del sur de Bolivia, especialmente el de Uyuni. El interés económico que ofrecía la zona comenzó a despertar expectativas durante la dictadura de Hugo Banzer (1971-1978), quien la declaró reserva fiscal mediante el Decreto Supremo N°. 11614, con el propósito de la comercialización de los recursos no-metálicos, principalmente la sal³³.

La potencialidad de Uyuni llamó la atención de la Administración Aeronáutica y Espacial de Estados Unidos (NASA), que en 1976 estableció un convenio con el gobierno para investigar los recursos de las salinas vía satélite,

³⁰ En 2017 las exportaciones totales de litio sumaron US\$ 828 millones, experimentando un alza del 52% con respecto a 2016. Un 85% de los envíos correspondió a minerales de litio (carbonato y soluciones) y un 15% manufacturas de litio (óxido y cloruros). DIRECON, "Anuario de Las Exportaciones Chilenas 2018. Capítulo I. Exportación de Mercancías, Sectores y Mercados", 2019. https://www.prochile.gob.cl › anuario_servicios_capitulo1_bienes_2018. Chile es el primer país mundial en exportaciones de carbonato de litio, seguido de Argentina Observatory of Economic Complexity, "OEC - Lithium Carbonates...".

³¹ Opazo, "Comunidades indígenas bloquearon acceso a depósitos de litio en el Salar de Atacama", *Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina* (blog), October 28, 2019. <https://www.ocmal.org/comunidades-indigenas-bloquearon-acceso-a-depositos-de-litio-en-el-salar-de-atacama/>.

³² Iño, W., *Historia Del Extractivismo Del Litio En Bolivia, El Movimiento Cívico de Potosí y La Defensa de Los Recursos Evaporíticos Del Salar de Uyuni (1987-1990)*, Instituto de Estudios Bolivianos, Universidad Mayor de San Andrés, 2017.

³³ Echazú, L., "Un Proyecto 100% Estatal. Industrializando Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio Con Dignidad y Soberanía", in Federico Nacif and Miguel Lacabana (eds.), *ABC Del Litio Sudamericano*, CCC-Universidad de Quilmes, Quilmes, Buenos Aires, 2015.

dándose a conocer indicios de concentración de litio³⁴. En suma, el despertar de la cuestión del litio se vinculó estrechamente con su papel en el campo de la acumulación de energía, con la potencial comercialización de los recursos de las salinas, y supuso un primer avance protagonizado por un conjunto de actores: universidades públicas, investigadores pioneros, gobiernos militares, una empresa casual en búsqueda de agua, y potencias ávidas de conocimiento y recursos.

Hernán Siles Suazo, presidente del gobierno de Bolivia desde octubre de 1982, debió asumir la gestión de una hiperinflación creciente con una crisis económica generalizada; no obstante, en ese contexto se dieron los primeros pasos para hacer viable la extracción de recursos del salar, se realizaron estudios, y se crearon comisiones y complejos por medio de normativas. Asimismo, la UATF y la UMSA-ORSTOM desarrollaron investigaciones y estudios. En 1981 se dieron a conocer los primeros resultados de ORSTOM, que certificaron los recursos de litio, ubicando a Uyuni como el mayor depósito natural del mundo (5.500.000 de toneladas). A la par, comenzaron los intentos de licitar su explotación por parte de diferentes gobiernos, ya fueran dictatoriales o democráticos³⁵. El de mayor repercusión fue el intento de ofrecer la explotación del Salar a la internacional LITHCO (Lithium Corporation of América)³⁶, llevado a cabo durante los primeros años del mandato del presidente Paz Zamora (1989-1993). En noviembre de 1989, la comisión negociadora de LITHCO y personeros del gobierno firmaron el borrador de contrato. De acuerdo a Orellana³⁷, el contrato por invitación directa fue simplemente de explotación, manteniendo Bolivia la soberanía sobre sus recursos.

El contrato no requirió pasar por la aprobación del Congreso, porque se inscribía en el contexto de una ley de salmueras que no la exigía. Fue realizado entre la directiva de LITHCO y el Complejo Industrial de Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni (CIRESU); y, aunque el gobierno participó en el Consejo de Operación, Supervisión y Coordinación, fue irrelevante en las tareas de investigación y productivas, y no creó las bases para un proceso de investigación y desarrollo ni de explotación nacional. El contrato, por 40 años o la producción de 400.000 toneladas de litio metálico equivalente, implicaba tres fases: estudio de factibilidad,

³⁴ Nacif, Federico, "Bolivia y El Plan de Industrialización Del Litio 100% Estatal: Desarrollo Autónomo y Soberanía Energética", *La Migraña, Revista de Análisis Político* 1, no. 3 (2012): 88-10.

³⁵ Echazú, "Un Proyecto 100% Estatal...".

³⁶ Luego transformada en FMC Corporation, y actualmente en Livent Corporation.

³⁷ Orellana, W., "El Litio: Una Perspectiva Fallida Para Bolivia", *Estudio de Caso No 3*, 1995.

exploración y desarrollo (tres años de duración); diseño y construcción (dos años), y la fase de producción y comercialización.

Algunas críticas se relacionaron con la larga duración del proyecto, la escasa participación del Estado (sólo recibiendo regalías e impuestos), y el hecho de que el dicho proyecto no buscaba la industrialización de los recursos del salar, mucho menos la obtención del litio metálico en territorio boliviano. Por el contrario, la instalación de una planta de carbonato de litio tenía el propósito de obtener la materia prima para abastecer las plantas de Carolina del Norte, en los Estados Unidos, que procederían a la producción de las variantes del litio. La centralización de las regalías también despertó críticas, ya que los ingresos no estaban dirigidos a la región productora y el departamento de Potosí. Los precios también fueron otro factor de conflicto, puesto que al ser la corporación LITHCO una de las grandes productoras en el mercado, podía congelar los precios, generando menores ganancias.

El 20 de noviembre de 1989, CIRESU aprobó en lo general el borrador de contrato, cuyos términos no fueron difundidos. Las organizaciones regionales potosinas no tuvieron conocimiento sobre el contrato, y no pudieron asumir una posición clara respecto al mismo. El 16 de abril de 1990 el gobierno firmó el contrato con la LITHCO, pero las movilizaciones sociales y su repercusión política lo invalidaron. El intento se topó con la resistencia de las comunidades locales, del Comité Cívico Potosinista y la UATF. Las tensiones regionales terminaron por sepultar el proyecto bajo una presión social que incluso amenazó la gobernabilidad a escala nacional. El 4 de mayo se anuló la invitación directa y se decidió licitar la explotación del litio. Esta decisión gubernamental fue celebrada por la región, cuyas organizaciones proclamaron a Potosí como capital de la Dignidad Nacional³⁸.

En 1992, en un nuevo intento, el gobierno de Paz Zamora firmó un contrato con la LITHCO, con la colaboración de la UATF y del CIRESU. Sin embargo, con posterioridad a la firma del acuerdo, el Parlamento decidió elevar el IVA del 10% al 13%, y la LITHCO anunció su rechazo a esta modificación del acuerdo y, tras meses de negociaciones, decidió retirarse al Salar de Hombre Muerto en Argentina

³⁸ CEPROMIN, "Litio. Antecedentes, Historia, Actualidad", La Paz, 1991; Iñiguez, E., *Movimientos Regionales, Discurso, Ideología e Identidad*, Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, 2007.

(también parte del Triángulo del litio) en noviembre de 1993³⁹. Paralelamente, la UATF y la UMSA llevaron adelante la elaboración del Proyecto de factibilidad de la 'planta piloto para obtención de carbonato de litio', pero no contó con el respaldo del financiamiento público solicitado.

Los conflictos acaecidos en Bolivia representaron el trasfondo histórico que convirtieron la cuestión del litio en un problema social compartido, y la condición inicial para que en 2007 fuera la propia Federación Regional Única de Trabajadores del Altiplano Sur (FRUTCAS) la que le presentara al gobierno (del cual el sindicato se veía como parte orgánica), el proyecto para que el litio quedase bajo mando estatal⁴⁰; el impulso fue respaldado por el físico belga Guillaume Roelants, que mantenía una relación estrecha con el sindicato local. El rol central del Estado es, sin lugar a duda, la esencia de la cuestión del litio en Bolivia durante la segunda década del presente siglo.

La explotación del litio en Bolivia a partir de 2006

Desde finales de la década de los noventa, se profundiza la preocupación internacional por sustituir los combustibles fósiles como principal fuente energética, y las perspectivas de explotación del litio crecen. Aunque no se trata de un recurso natural energético, el litio es la materia prima más importante para la acumulación de energía, especialmente para dispositivos móviles y vehículos. El gobierno de Evo Morales, que asume su primer mandato el 22 de enero de 2006, impulsa una estrategia de gran alcance para la explotación de los recursos del salar de Uyuni. El mismo año en que asume la presidencia, declara las reservas de litio como de relevancia nacional, y toma la decisión de que ellas deben ser explotadas por el Estado de manera planificada y dentro de una cadena de producción que culmine en la fabricación de baterías. Se trata del primer país que pretende planificar una explotación soberana de los recursos evaporíficos en salmueras⁴¹. El Decreto

³⁹ Nacif, "Bolivia y El Plan de Industrialización Del Litio..."; Calla, R., "Impactos de La Producción Industrial Del Carbonato de Litio y Del Cloruro de Potasio En El Salar de Uyuni", in *Un Presente Sin Futuro. El Proyecto de Industrialización de Litio En Bolivia*. CEDLA, La Paz, 2014.; Iño, *Historia Del Extractivismo Del Litio En Bolivia...*

⁴⁰ Calla, "Impactos de La Producción Industrial...".

⁴¹ El Parágrafo I del Artículo 34 del Decreto Supremo N° 28631, de 8 de marzo de 2006, menciona que las empresas del sector público se hallan constituidas con capital del Estado. Su estructura empresarial estará sujeta a las normas de su creación y el desarrollo de sus actividades al control del ministerio del sector. Sus operaciones obedecerán a los mandatos constitucionales y las leyes respectivas del sector, deben desarrollar sus actividades con criterios de eficiencia económica y administrativa, y tener la capacidad de ser autosostenibles. El Artículo 1 del Decreto Supremo N.º 29496, de 1 de abril de 2008, declara de prioridad nacional la industrialización del Salar de Uyuni para el desarrollo productivo, económico y social del Departamento de Potosí. En este documento, se instruye a la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), la creación dentro de su estructura institucional, de una

Supremo N.º 444 del 10 de marzo de 2010, en su artículo tercero, declara prioridad nacional la investigación, exploración, explotación, industrialización y comercialización de los minerales industriales y, en especial, de los recursos evaporíticos como el litio, potasio, boro, y magnesio contenidos en las salmueras que se encuentran en los salares y lagunas de Bolivia; el artículo cuarto declara al litio como elemento estratégico para el desarrollo de Bolivia, siendo su exploración, explotación, industrialización y comercialización administradas y operadas en su totalidad por el Estado Plurinacional de Bolivia.

Apostar por una cadena de producción que culmine con la fabricación de baterías representa un enorme desafío, pero ofrece mayores ventajas que centrarse en la tecnología vinculada a la fase de extracción, como habían sido las propuestas de décadas previas. El camino propuesto está plagado de obstáculos, particularmente en el caso boliviano con una reducida capacidad científica, tecnológica e industrial. Además, la potencial articulación científico-industrial se convierte en un reto habida cuenta de la presión internacional por la explotación del litio y la velocidad con que se desarrolla la tecnología de baterías.

En cumplimiento del Decreto Supremo N.º 29496, el Directorio de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) determina la creación de la Dirección Nacional de Recursos evaporíticos (DNRE) en 2008, como unidad ejecutora que desde la estatal COMIBOL administra la minería estatal boliviana. Bajo el asesoramiento del Comité de Científicos (conformado bajo el dictamen del citado decreto), la DNRE es la encargada de los trabajos de exploración, explotación, industrialización y comercialización de los productos derivados de las salmueras⁴². De forma paralela, en el mismo año 2008, se da inicio a la primera fase de la planta piloto de carbonato de litio, que cuatro años después llega a producir 400 toneladas por año en fase inicial para la investigación y producción; y, dada la asociación del potasio con el litio en el salar, también se establece una planta de cloruro de potasio para la investigación de su potencial producción comercial, produciendo 3.000 toneladas por año; todo ello con fondos estatales y bajo el espíritu de mantener el control total del proceso de investigación y producción de

instancia responsable de la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni. El Plan Nacional de Desarrollo aprobado mediante Decreto Supremo N.º 29272, de 12 de septiembre de 2007, establece en el pilar de la Bolivia Productiva la política de desarrollo y diversificación del potencial minero metalúrgico con la estrategia de generación de valor agregado e industrialización en el sector minero, plasmada en el programa de aprovechamiento de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.

⁴² YLB (Yacimientos del Litio Boliviano), "Memoria Institucional YLB 2018", www.Ylb.Gob.Bo/Inicio/Acerca_de_YLB, (Consultado el 22/08/2019).

la materia prima. Por Resolución del Directorio de COMIBOL N.º 4366/2010, en 2010 se crea la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), que se encarga de comenzar las obras de construcción de las plantas de industrialización y campamentos de vivienda para los cientos de obreros que forman parte de la etapa inicial de la instalación.

Podría decirse que los primeros años de la segunda década del presente siglo están signados por el periodo más virtuoso de articulación entre los principales actores sociales y políticos en la perspectiva estratégica del litio y su implementación; entre los hitos cabe señalar:

1) El MAS (Movimiento al Socialismo) es el principal partido político de apoyo al presidente Evo Morales, el mismo que ha jugado un papel relevante como fuerza política en el período citado, en la definición de la política económica en función de establecer las condiciones para plantear la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.

2) La GNRE, como brazo estatal ejecutor de la COMIBOL, logró en tres años comenzar las plantas piloto de procesamiento de la materia prima. A inicios de la gestión 2017, con la nueva disposición Orgánica del Poder Ejecutivo, se crea el Ministerio de Energía mediante Decreto Supremo N.º 3058 del 22 de enero de 2017, que en su Artículo 3 (Estructura Jerárquica), crea bajo la dependencia de ese ministerio, el Viceministerio de Altas Tecnologías Energéticas (Litio, Energía Nuclear), que entre sus atribuciones establece: "*Ejercer tuición sobre la entidad nacional para la explotación integral de los recursos evaporíticos*". De esta manera, la GNRE deja de estar bajo tuición de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) y del Ministerio de Minería, y pasa a depender del Ministerio de Energía.

3) Mediante Ley N.º 928, de abril de 2017, se crea la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), bajo tuición del Ministerio de Energías, en sustitución de la GNRE. YLB es responsable de realizar las actividades de toda la cadena productiva: prospección, exploración, explotación, beneficio o concentración, instalación, implementación, puesta en marcha, operación y administración de recursos evaporíticos, complejos de química inorgánica, industrialización y comercialización.

4) Los sindicatos, agrupados en la Federación Sindical Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sur (FRUTCAS), desplegaron una fluida agenda política de comunicación, que incluyó desde plenarios y reuniones hasta la convocatoria a la COMIBOL por parte de las comunidades y representantes; para

conocer las plantas de producción; debiendo recordarse que desde el año 2007 los sindicatos mineros apoyan un proyecto nacional con control estatal de la industrialización del litio⁴³.

5) Los representantes de las comunidades aledañas al salar, por su parte, tuvieron representantes que negociaron el apoyo al proyecto, a pesar de la oposición de algunos sectores. Efectivamente, en los primeros años del proceso, fue central la figura del representante de relaciones comunitarias como nexo de comunicación entre las partes. En las zonas aledañas al salar, núcleo de la producción del litio, existen comunidades agrícolas productoras de quinua. Estas sufren los impactos del enorme consumo de agua que el proceso de industrialización del litio supone, atentando contra los escasos cursos de agua de las zonas agrícolas, además de que la explotación de los minerales del salar supone importantes transformaciones del ecosistema colindante a causa de los caminos necesarios y del tráfico de camiones pesados⁴⁴.

Fue una etapa particularmente compleja en la zona, debido a que el principal cultivo agrícola, la quinua, que históricamente fue destinada al autoconsumo, venía cambiando su destinatario final desde los años ochenta, debido a su consideración como un pseudocereal de alta calidad nutritiva por los nichos internacionales de mercado preocupados por la alimentación nutritiva, saludable y de protección de las condiciones de vida de sus productores⁴⁵. Pero, si el impacto ambiental, causado por la industrialización del litio, significó un foco de conflicto con las comunidades locales, el aumento del precio de la quinua representó su contraparte. El precio internacional de la quinua vivió un auge a partir del año 2008, con un pico en 2013 que alcanzó seis veces su valor de cinco años antes⁴⁶. Como resultado, se extendió considerablemente la producción de quinua que, ahora con destino comercial, no tenía el límite del autoconsumo, lo que atrajo fuerza de trabajo.

En esta fase de industrialización del litio la mayoría de los trabajadores obreros provenían de las comunidades cercanas, propiciando un crecimiento económico que coincidió con el momento del alza del precio de la quinua, lo cual dio como

⁴³ Fornillo and Gamba, "Política, Ciencia y Energía...".

⁴⁴ Nacif, "El Abc Del Litio Sudamericano, Apuntes Para Un Análisis Socio-Tecnico".

⁴⁵ Furche, Carlos, Byron Jara, Pablo Olguín, Shelly Jhonston, Diego Fernandez Buitrón, Fernando Correa, Laura Delgrosso, Nicholas Covey, and Todd, Hale, *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*, Documento conjunto FAO-ALADI, FAO-ALADI, Santiago, 2014. <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>.

⁴⁶ FAOSTAT, "Quinoa: crops production and producers price annual", Metadatos FAOSTAT, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#search/quinoa>.

resultado un ciclo de retorno de muchos jóvenes que habían migrado desde sus comunidades de origen hacia los núcleos urbanos de Oruro, Potosí y La Paz. La propuesta del presidente Evo Morales de industrializar el litio en suelo nacional, más allá de la extracción de la materia prima, significó la perspectiva de un incremento del empleo a largo plazo, al tiempo que ofició de bandera de la recuperación de las capacidades de control estatal y soberanía nacional, en el marco de la agenda de nacionalización de los recursos.

El mayor grado de funcionamiento articulado en la zona se dio con la comunidad de Río Grande. La escasa distancia a la planta de Llipi, ubicada al sur del Salar de Uyuni, y la capacidad productiva preexistente a la Planta Piloto de Carbonato de Litio fueron determinantes. Allí existían dos empresas: La Sociedad Minera de Río Grande (SOCOMIRG) y la Cooperativa Estrella del Sur. Ambas se dedicaban al transporte de bórax y de la ulexita de la zona⁴⁷. Actualmente, los habitantes de Río Grande, reunidos en una cooperativa comunitaria de transporte llamada Delta Río Grande S.R.L., trabajan para la YLB en las tareas de transporte de carga, siendo esto último parte de la política del gobierno para la vinculación con el sector comunitario.

Entre 2013 y 2015 se comienza la fase de industrialización de los minerales y, para ello, se dedican casi 2.200 hectáreas a la impermeabilización de piscinas de evaporación. También en 2014 se construyen las instalaciones de la primera planta piloto de producción de baterías de litio (en el complejo industrial de La Palca del Departamento de Potosí) encomendada a la empresa China LinYiDake Co. Ltda, bajo la modalidad llave en mano. La planta es una unidad funcional de carácter integral, cuyas actividades van desde la capacitación, experimentación, hasta la producción de las baterías de litio.

Entre 2015 y 2019 se construye la planta industrial de producción de cloruro de potasio, con una producción industrial de 350.000 toneladas al año, y, también, la planta piloto de materiales catódicos⁴⁸, y la planta de producción de cloruro de litio en 2018. De esta forma, diez años después de la inauguración de la planta piloto

⁴⁷ La ulexita se encuentra con el bórax mineral y se deposita directamente en regiones áridas de la evaporación del agua en los lagos intermitentes. Según un informe de la Fundación Bolinvest, en el Salar de Uyuni y Coipasa (Potosí y Oruro) existen reservas equivalentes a 20 millones de toneladas de óxido de boro en forma de ulexita.

⁴⁸ El 23 de agosto de 2017 se inaugura la Planta Piloto de Materiales Catódicos en el complejo industrial de La Palca-Potosí. Esta factoría fue implementada por la francesa Greentech, con lo que, según comunicado oficial del gobierno de Evo Morales, se cierra la cadena productiva del Litio, que comienza desde la extracción de la materia prima (salmuera), su procesamiento y obtención de Carbonato de Litio grado batería, obtención de cátodos de Litio y culminando con el ensamblado de baterías de Litio.

de carbonato de litio, que producía 400 toneladas anuales, se alcanza una fase industrial con 15.000 toneladas anuales.

Sobre finales de la segunda década del siglo Bolivia ya tiene instalada la infraestructura para la extracción de los minerales del salar; la transformación de la materia prima en productos industriales; la elaboración de productos primarios, y el procesamiento de varios productos residuales, y la fabricación de partes para las baterías de litio; con una inversión de 600 millones de dólares del presupuesto estatal. A la fecha, sin embargo, sólo produce baterías para bicicletas y otros dispositivos, y en escasa cantidad⁴⁹.

La industrialización del litio en Bolivia es un proyecto aún en etapa de investigación y factibilidad, pero la rapidez de la implementación de la cadena vertical de producción ha despertado en países y consorcios internacionales un interés por participar. Para 2018, la proyección estratégica del proyecto del litio boliviano apunta a dos niveles. En primer término, volver económicamente sustentable el emprendimiento a partir de la explotación de potasio con 350.000 toneladas anuales (que representaría aproximadamente 75 millones de dólares), ganando en independencia operativa y evitando la ansiedad por el 'despegue' de la explotación del litio. Al mismo tiempo, la creación de la empresa mixta (*joint venture*) junto a ACI Systems Alemania (ACISA) (Decreto 3738) para producir materiales catódicos y baterías y una planta de hidróxido de litio⁵⁰. Con la industrialización del litio en Bolivia, ACISA estaría apoyando el cambio de modelo energético y la expansión de la movilidad eléctrica. ACISA se compromete a la apertura de mercados donde volcar la producción del litio boliviano. Según el gobierno, el contrato establece que YLB mantiene el control, aunque debe decidir todo por consenso, lo que parece situar a YLB de lleno en el campo de la producción de baterías.

⁴⁹ YLB explicó que *"tiene en funcionamiento una planta piloto de Materiales Catódicos y otra de Baterías de Ión Litio. En estas plantas, ya se incorpora litio del Salar de Uyuni (...). La producción de estas baterías es todavía a pequeña escala, para bicicletas eléctricas y para la empresa Quantum Motors"* *Página Siete*. "Gobierno abroga decreto 3738 sobre la industrialización del litio." November 3, 2019. <https://www.paginasiete.bo/economia/2019/11/3/gobierno-abroga-decreto-3738-sobre-la-industrializacion-del-litio-236299.html>. *Página Siete*. "Zuleta: Bolivia no sabe explotar el litio ni consiguió patentes." *Página Siete*. La Paz, Bolivia, November 4, 2019. <https://www.paginasiete.bo/economia/2019/11/4/zuleta-bolivia-no-sabe-explotar-el-litio-ni-consiguio-patentes-236336.html>.

⁵⁰ ACISA, "Litio. Materia Prima Para La Energía y La Movilidad Sostenible".

Inicio	Conclusión	Operación	Evento	Etapas del proyecto	Capacidad	Inversión USD	Financiamiento	Socios
2008	2012	2013	Planta piloto de carbonato de litio	Fase I. Investigación y pilotaje	400 TM/año		Propio	No
2010	2012	2013	Planta piloto de Cloruro de potasio	Fase I. Investigación y pilotaje	3.000 TM/año		Propio	No
2013	--	2015	Impermeabilización de piscinas industriales	Fase II. Producción Industrial de Sales UYUNI	2.180 ha.		Propio	No
2013	2014	2014	Planta piloto de baterías de litio	Fase I. Investigación y pilotaje			Propio	No
2015	2018	2019	Planta industrial de cloruro de potasio	Fase II. Producción Industrial de Sales UYUNI	350.000 TM/año		Propio	No
2015	2017	2017	Planta piloto de materiales catódicos	Fase I. Investigación y pilotaje			Propio	No
2018	2019	2019	Centro de investigación en CyT de recursos evaporíticos	Fase II. Producción Industrial de Sales UYUNI			Propio	No
2018	en curso	--	Planta industrial de carbonato de litio	Producción Industrial de Sales	15.000 TM/año		Propio	No
2019	en curso	--	Planta industrial de sales residuales UYUNI (hidróxido,	Fase III. Industrialización sales residuales y baterías de ion litio Uyuni	30.000 TM/año		Asociación mixta Bolivia-Alemania	ACI Alemania

			materiales catódicos)					
2019	--	--	Planta industrial de sales residuales COIPASA (hidróxido, materiales catódicos)	Fase IV. Industrialización de coipasa			Asociación mixta Bolivia-China	Baochen China
2019	En construcción		40 laboratorios de investigación en PALCA			8 millones US\$	Propio	
						600 000 000		

Cuadro. 1. Hitos históricos de la construcción de la cadena de producción del litio. Fuente: Elaboración propia en base a YLB (2019); y Cambio (2019).

Asociarse a una firma alemana parecía una elección importante, ya que Europa posee una fuerte industria automotriz y una reglamentación que en corto tiempo obligará a la transición hacia el automóvil eléctrico. Coexiste, claro está, el desafío por contrarrestar el peso de un proyecto que la Comunidad Europea asume en conjunto para la realización de baterías dentro de un plan industrial franco-alemán para el continente⁵¹. Sin embargo, esta no fue la lectura del Comité Cívico Potosinista (Comcipo), que entendió que la empresa mixta dejaría en manos de ACISA la producción y comercialización, además de que no pagaría regalías por la industrialización de las sales residuales derivadas del proceso productivo⁵². La iniciativa duró poco: a principios de noviembre del 2019, y por presión de Comcipo, el gobierno abroga mediante el Decreto Supremo 4070 el anterior Decreto 3738 de *joint venture*.

⁵¹ EURACTIV, “Macron Unveils Franco-German Plan to Give Electric Battery Industry a Jolt”, February 13, 2019. <https://www.euractiv.com/section/batteries/news/macron-unveils-franco-german-plan-to-give-electric-battery-industry-a-jolt/>.

⁵² *Página Siete*, “Gobierno abroga decreto 3738 sobre la industrialización del litio”; *Página Siete*, “Zuleta”.

Discusión

El desarrollo de la industrialización del litio tiene varios aspectos críticos⁵³. El proyecto estatal boliviano de industrialización del litio, que incluye la exploración, extracción, procesamiento y procesos secundarios, hasta el producto final (batería), tiene como propósito la venta de subproductos y de baterías al mercado internacional. El desafío es cómo evitar reproducir la historia de los minerales del país y de otros, donde las corporaciones transnacionales se han llevado el grueso del beneficio sin mayor ventaja para el desarrollo nacional, o inclusive con desventaja. Aquí se discuten los dos aspectos más críticos. Uno es el referente al desarrollo tecnológico; el otro está en relación con la cuestión socioambiental.

Condiciones técnico-económicas

En términos de riqueza material, todo indica que Bolivia tiene un porcentaje muy alto de las existencias mundiales de litio en salares. Pero esto requiere varias precisiones. El litio no sólo existe en salares, sino también en rocas graníticas de pegmatite (principalmente espomudene), en arcillas, y otros lugares; de manera que el litio extraído de salares compite con otras fuentes de litio para producir la principal materia prima de las baterías de litio.

Aún el propio litio que proviene de distintos salares tiene diferentes composiciones geoquímicas en cada uno de ellos. Dos salares del triángulo del litio, por ejemplo, el de Atacama en Chile y el de Uyuni en Bolivia tienen condiciones de fertilidad natural muy diferentes. Uyuni, con una concentración intermedia de litio (0,059%), una baja tasa de evaporación (1.500 mm/año) y una ratio Magnesio/Litio elevada (19,94 unidades de Mg por cada unidad de Li)⁵⁴, tiene una posición desventajosa en relación con el salar de Atacama en Chile, que presenta una concentración de litio de 0,15% y una tasa de evaporación del orden de 3.800 mm/año⁵⁵. Por el contrario, el salar de Uyuni tiene tasas de precipitación (166mm/año) mayores que en Atacama (50 mm/año), lo cual es importante para

⁵³ No cabe en este artículo analizar la alternativa política de no explotar e industrializar el litio; aunque la pregunta de la existencia de tecnologías alternativas para un determinado fin, o si tiene sentido estratégico la explotación de un determinado recurso natural debe ser la primera en el análisis de cualquier tecnología.

⁵⁴ El magnesio asociado al litio dificulta la extracción del carbonato de litio y hace el proceso más costoso: "*Uyuni's brine has unusually high concentrations of magnesium and potassium that has to be removed, which makes the process more expensive*". NASA, "Lithium Harvesting at Salar de Uyuni", Text.Article, April 26, 2019. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/144976/lithium-harvesting-at-salar-de-uyuni>.

⁵⁵ Olivera, M., *La Industrialización Del Litio En Bolivia: Un Proyecto Estatal y Los Retos de La Gobernanza, El Extractivismo Histórico y El Capital Internacional*, CIDES-UMSA, La Paz, 2017.

efectos de la reposición de los acuíferos. Estas diferencias de composición se combinan con el volumen existente en cada país para crear un mapa complejo de las distintas fertilidades naturales del litio. Esto, sin considerar que la investigación geológica y sus nuevas tecnologías pueden cambiar el conocimiento del estado del litio como recurso natural⁵⁶.

Pero, lo que verdaderamente interesa no es la existencia de un mineral en términos absolutos, sino la posibilidad de ser utilizado. Las reservas, a diferencia de las existencias que sólo varían en función de los nuevos hallazgos geológicos y de su reducción por el consumo y efectos geoquímicos, varían en función de los precios y la tecnología disponible, siendo una medida mucho más relativa y cambiante. Así, por ejemplo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), reuniendo información disponible, consideraba en 2005 que las reservas de litio en la región alcanzaban 78% del total mundial. En 2017 bajó esta estimación al 61%⁵⁷. Esta disminución no se debió al consumo, sino principalmente a la incorporación de nuevas fuentes de la materia prima, básicamente australianas. Esta variación muestra que distintas fuentes del litio compiten entre sí; en el caso anterior los salares de América del Sur con el litio en roca de Australia.

Si se hace abstracción de la existencia puramente natural del mineral, los dos elementos clave en las variaciones de las reservas son los precios de mercado y la tecnología. Es ampliamente conocido que el auge de los precios en las últimas décadas se debió a la carrera por producir baterías para vehículos eléctricos; aunque su variación año a año se debe a muchos factores (oferta y demanda, desarrollo tecnológico, políticas ambientales, etc.); a lo que se agrega que los costes de producción de las principales explotaciones son desconocidos, aún para los especialistas en el mercado del litio⁵⁸. Dado que los costes de producción de procesos parciales dentro de la propia cadena de producción, hasta llegar al litio metálico que es la materia prima clave de la batería, son de lo más diversos, la comparación de diferentes explotaciones es poco ilustrativa de las ganancias. Es

⁵⁶ En 2009 se descubrió en el Estado de Zacatecas, en México, un depósito de litio de aproximadamente 36 mil hectáreas. Subsecretaría de Minería, México, "Perfil Del Mercado Del Litio", Secretaría de Economía. México, December 2017. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287805/Perfil_Litio_2017.pdf; y en 2020 salió en la prensa la noticia de un enorme hallazgo de litio en el estado de Sonora. Carbajal, Braulio. "La Jornada: Suben 180% acciones de firma inglesa por veta de litio en Sonora", *La Jornada*, January 23, 2020. <https://www.jornada.com.mx/2020/01/23/economia/017n1eco>.

⁵⁷ Bárcena, "Estado de Situación de La Minería...".

⁵⁸ "... there is no traded price for lithium. The London Metal Exchange is working to develop a tradable price for the white metal, but until then, the industry's investors, customers, analysts and executives are left without a full sense of the global market". Scheyder, Ernest, "How Much Does Lithium Cost? The Industry Can't Seem to Agree", *Reuters*, June 9, 2019. <https://www.reuters.com/article/us-lithium-electric-prices-idUSKCN1TA04F>.

incierto hasta dónde, por ejemplo, una salmuera que produzca carbonato, magnesio y potasio incluya en su contabilidad la amortización proporcional de la infraestructura, o considere todo como una sola explotación. El proyecto boliviano pretende producir, además del carbonato de litio, hidróxido de litio, sulfato de magnesio, cloruro de litio, litio metálico, cloruro de potasio, sulfato de potasio, ácido bórico, bromuro de sodio, materiales catódicos y baterías de litio.

Los precios cayeron en aproximadamente un 30% durante el año 2019 para el hidróxido de litio, y en un 20% para el carbonato de litio, que son la materia prima clave para la producción del litio metálico⁵⁹. La significativa disminución de estos precios en la última década ha sido el resultado de nuevas tecnologías que abaratan los costes y aumentan la producción, permitiendo en algunos casos la explotación de pozos de petróleo con lagunas de litio en desuso, minas de espomudena o arcillas⁶⁰.

Aunque los especialistas consideran que las principales fuentes de extracción del litio, las salmueras y la roca, serán ambas imprescindibles para abastecer la creciente demanda de las próximas décadas⁶¹, esta es una estimación que puede cambiar cuando se haga rentable un automóvil que no requiera baterías de litio en la misma cantidad que los vehículos eléctricos, como es el caso de los movidos a hidrógeno (e.g. Mirai de Toyota, Nexo de Hyundai, Clarity de Honda)⁶², o con células fotovoltaicas⁶³. Aún en el supuesto del vehículo eléctrico con baterías de litio, hay avances tecnológicos desiguales para las dos principales fuentes: el salar y la roca. También hay diferencias sustanciales entre ambas fuentes. Mientras el salar requiere la producción de carbonato de litio como primer subproducto, la roca permite la obtención del hidróxido de litio directamente. La mayor parte de la extracción del carbonato de litio se realiza una vez cumplido el ciclo de evaporación que, en principio, no puede reducirse, y que es en media de 18 meses⁶⁴; la explotación de

⁵⁹ Green Car Congress, "CRU: Lithium Prices Plunging as Hype Meets Reality; Impact of New Supply, Disappointing BEV Sales", Green Car Congress, September 6, 2019. <https://www.greencarcongress.com/2019/09/20190906-cru.html>.

⁶⁰ Bohlsen, "Lithium Extraction Techniques...".

⁶¹ Benchmark Mineral Intelligence, "Lithium's Price Paradox." *Benchmark Mineral Intelligence* (blog), July 30, 2019. <https://www.benchmarkminerals.com/lithiums-price-paradox/>.

⁶² FURO SYSTEMS, "Hydrogen Fuel Cells vs Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles", *FuroSystems* (blog), June 20, 2018. <https://www.furosystems.com/news/hydrogen-fuel-cells-vs-lithium-ion-batteries-in-electric-vehicles/>.

⁶³ Ortega, Ekaitz, and Moynihan Ruqayyah, "Toyota Is Working on Innovating a Solar-Powered Electric Car That Can 'run Forever' and Never Needs Charging", *Business Insider*, September 19, 2019. <https://www.businessinsider.com/toyota-solar-powered-e-car-never-needs-charging-2019-9>. O se generalicen alternativas sociales, como diferente urbanización y transporte público.

⁶⁴ Se trata de una gruesa estimación. Cada salar, e inclusive partes del mismo, tienen diferentes tasas de evaporación debido a la radiación solar y los vientos, lo cual varía de año con año, y el mismo salar cambia la dinámica de las reservas con su explotación.

los salares suponen una barrera significativa para el aumento de la productividad⁶⁵. Sin embargo, una revisión más detallada de la bibliografía muestra que hay procedimientos técnicos para acelerar el proceso de evaporación⁶⁶. Con la roca, de manera diferente, se pueden establecer procesos continuos que no tienen el límite físico-natural de la evaporación.

Se estima que el coste de producción del hidróxido de litio proveniente de salares es aproximadamente la mitad de lo que cuesta su producción a partir de las rocas de espomudena; pero esto puede cambiar rápidamente. Así, por ejemplo, en 2017 Lithium Australia patentó el método Sileach™ que pretende igualar el coste por tonelada de litio extraído de la roca con el de los salares, utilizando ácido sulfúrico como reactivo. Teóricamente este proceso permitiría su aplicación también a los salares, y arcillas, permitiendo la extracción en un ciclo de tan sólo 4 horas⁶⁷.

Las posibilidades de mejoras en la eficiencia de las baterías son aún mayores, y ya están en investigación técnicas para utilizar 'ión-Li aire', que aumentaría de forma significativa la densidad de acumulación de energía reduciendo sustancialmente el peso de las baterías. También hay investigaciones con grafito, que acelera y reduce el desperdicio en la transmisión y conversión de electricidad de las baterías⁶⁸; y muchas otras investigaciones para reducir el contenido de cobalto por su alto precio y por su asociación con métodos semi-esclavos de explotación⁶⁹. Producir baterías de litio con sólo un método no es una estrategia segura de competitividad, cuando la mayoría de las corporaciones asociadas a la producción investigan otros métodos al mismo tiempo que producen con uno. Esta

⁶⁵ En el caso del salar de Uyuni la superficie en explotación apenas alcanza al 2 % del salar, con lo cual un desarrollo extensivo podría aumentar la tasa de amortización de parte de la infraestructura. ACISA, "Litio. Materia Prima Para La Energía y La Movilidad Sostenible". Todo parece indicar que ya existe tecnología para la obtención de carbonato de litio de manera inmediata de los salares, sin pasar por la evaporación y permitiendo un proceso continuo. El método IBAT, patentado en 2018, reduce a no más de 24 horas el proceso de obtención de carbonato de litio y de hidróxido de litio, abaratando los costos. En 2018 la subsidiaria Ensorcía Argentina negoció para utilizar el método IBAT en salares en Argentina, y hay un acuerdo similar en Chile para extraer cloruro de litio, mismo que puede ser convertido en carbonato e hidróxido de litio. International Battery Metals, "International Battery Metals. Announces Second Licensing Agreement with Ensorcía Metals Corp for Its Lithium Extraction Technologies in Argentina", November 20, 2018. [https://ibatterymetals.com/pdf/IBAT-Argentina-release-FINAL-\(3\).pdf](https://ibatterymetals.com/pdf/IBAT-Argentina-release-FINAL-(3).pdf). Jenkins, Ian, "New Tech Could Be A Game Changer For The Lithium Sector", Cision. Pr Newswire, March 20, 2018. <https://www.prnewswire.com/news-releases/new-tech-could-be-a-game-changer-for-the-lithium-sector-677370383.html>.

⁶⁶ Una revisión detallada de estos procedimientos puede consultarse en Flexer, Victoria, Celso Fernando Baspineiro, and Claudia Inés Galli, "Lithium Recovery from Brines: A Vital Raw Material for Green Energies with a Potential Environmental Impact in Its Mining and Processing", *Science of The Total Environment* 639 (October 2018): 1188–1204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>.

⁶⁷ Bohlson, "Lithium Extraction Techniques...".

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ Azevedo et al., "Lithium and Cobalt. A Tale of Two Commoditise".

coyuntura implica una enorme dificultad para un país con recursos de investigación y desarrollo limitados.

Si en relación a un producto como las baterías de ion-Li, ligado a cadenas de producción de lo más diversas y complejas, se combinan los factores puramente naturales con las condiciones técnico-económicas, el resultado en el análisis de la competitividad de un determinado país resulta incierto. No parece prudente apresurarse a la conclusión de que tener grandes reservas garantiza grandes ingresos.

Implicaciones ambientales y sociales de la explotación del litio

Se desconocen los posibles efectos sobre el ambiente de la explotación del litio en salares. La utilización de grandes cantidades de agua dulce o salobre, de potencial uso para la agricultura y potabilización, son temas clave dentro de esta incertidumbre⁷⁰. Se utilizan de 42 a 45 mil litros de agua dulce o levemente salobre por cada 600 mil litros de salmuera⁷¹. La salmuera se bombea del subsuelo y por debajo de la corteza de sal. Estos reservorios tienen en sus márgenes aguas dulces y salobres. Al tratarse de una misma fuente, la extracción de salmuera hace descender concomitantemente el nivel de las reservas de agua potable⁷². En zonas áridas, como los salares, los depósitos subterráneos de agua dulce se formaron en épocas geológicas; por ello la recarga natural del salar, en caso de que exista tal recarga, podría estar muy por debajo del nivel de equilibrio, lo que podría cuestionar la explotación económica del mismo. Flexer, Baspineiro y Galli llegan a esta conclusión examinando la literatura al respecto:

“Even those who have shown evidence and argue that there is a continuous lithium recharge (Steinmetz, 2017; Eugster et al., 1978; Ide and Kunasz, 1989; Langbein, 1961), present recharge values that are several orders of magnitude lower than variations in lithium contents that are produced by full

⁷⁰ Hay otro importante problema ambiental que tiene que ver con los desechos del procesamiento del litio. Como advierten Flexer et al, se trata de un tema prácticamente ignorado en la literatura y no reportado por las empresas. Flexer et al., “Lithium Recovery from Brines”.

⁷¹ Rivas Molina, “Oro Blanco En El Norte Pobre de Argentina”; Villalobos, Guillermo, “¿Cuáles serán los impactos socio ambientales de la explotación del litio en el salar de Uyuni?”, *Observatorio de Inversiones Latinoamericanas*, July 2, 2019. https://latininvestment.org/2019/07/02/cuales-seran-los-impactos-socio-ambientales-de-la-explotacion-del-litio-en-el-salar-de-uyuni/?fbclid=IwAR0Nd6K9Z01qVcvK2tKFjrQsOi2Mb6kU406KWW_3nOe8nxO njZ2eC7C-tWY.

⁷² “Fresh water is found in the border of the salar basin in free aquifers into alluvial fans and fluvial systems deposits. Water for industrial use is obtained from wells drilled and extracted from fresh water reservoirs, but that often are not suitable for human consumption either without further purification (King et al., 2012; Concha et al., 2010)”. Flexer et al., “Lithium Recovery from Brines”, 1194.

*scale mining facilities upstream of the fluvial system of the basin. Therefore, in the context of mining, taking into consideration a time scale of no more than a century, lithium in brines should be considered a non-renewable resource. If a commercial scale exploitation producing 1000 tons yearly of Li₂CO₃ or more is active on a salar, the total amount of lithium will considerably decrease in the time span of the active exploitation (several decades)*⁷³.

Una vez que el litio del salar pasa a considerarse un recurso no renovable debido a la exigua tasa de reposición, el tema ambiental cobra otra dimensión. Como consecuencia, cabe deducir que el agua de las salmueras y las aguas dulces asociadas son un recurso no renovable en la mayoría de los salares donde se extrae litio.

Aun careciendo de estudios científicos que confirmen el argumento anterior, para cada salar existen evidencias empíricas en comunidades agrícolas adyacentes a ellos, tanto en Chile, como en Bolivia y Argentina, manifestadas en las luchas y reivindicaciones de campesinos que han visto mermar el caudal de cursos de agua⁷⁴. Si se aplicara el principio de precaución como corresponde, esos salares no podrían explotarse, al menos no antes de dar solución alternativa a los miles de campesinos que dependen del agua de las mismas fuentes para sus tareas productivas y de vida.

A la depredación del agua se suma la posible contaminación por efecto de los químicos utilizados para procesar el litio. Aunque depende de cada salar en particular y el tipo de químico necesario para el procesamiento, evidencias históricas deben ser consideradas para nuevas explotaciones. El caso del salar Minyak Lhagang, en el Tíbet, ha sido ampliamente documentado desde hace más de una década⁷⁵:

“There's also the potential – as occurred in Tibet – for toxic chemicals to leak from the evaporation pools into the water supply. These include chemicals, including hydrochloric acid, which are used in the processing of lithium into a

⁷³ Flexer et al., “Lithium Recovery from Brines”, 1192.

⁷⁴ Heubl, Ben, “Lithium firms depleting vital water supplies in Chile, analysis suggests”, *Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina* (blog), August 29, 2019. <https://www.ocmal.org/lithium-firms-depleting-vital-water-supplies-in-chile-analysis-suggests/> Katwala, Amit, “The Spiralling Environmental Cost of Our Lithium Battery Addiction”, *Wired UK*, August 5, 2018. <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>; Millán, “Lithium Battery Dreams...”; Sherwood, “In Chilean Desert, Global Thirst for Lithium Is Fueling a ‘Water War’”; Sherwood, Harriet, “Human Rights Groups Face Global Crackdown ‘Not Seen in a Generation’”, *The Guardian*, August 26, 2015, sec. Law. http://www.theguardian.com/law/2015/aug/26/ngos-face-restrictions-laws-human-rights-generation?CMP=Share_iOSApp_Other.

⁷⁵ Katwala, “The Spiralling Environmental Cost...”

*form that can be sold, as well as those waste products that are filtered out of the brine at each stage. In Australia and North, lithium is mined from rock using more traditional methods, but still requires the use of chemicals in order to extract it in a useful form. Research in Nevada found impacts on fish as far as 150 miles downstream from a lithium processing operation*⁷⁶.

Opuesto al interés de los agricultores por combatir la minería del litio está el interés de los obreros, o potenciales obreros que ven una oportunidad de empleo. Ambas fuerzas han estado presentes en los diferentes momentos de la historia de la industrialización del litio en Bolivia. En muchos casos los propios pobladores tienen la expectativa de que un emprendimiento de gran calibre genere empleos e implique mejoras para las comunidades, como escuelas centros de salud y otros beneficios⁷⁷.

Conclusiones

En los diez años que transcurrieron desde 2008, el proceso de desarrollo del litio en Bolivia ha adquirido una significativa importancia económica, social y política. Se trata de una iniciativa del gobierno, apoyada desde su toma de posesión en 2006 por el MAS (Movimiento al Socialismo), partido político mayoritario, y por sindicatos de mineros, universidades y poder local. Esta convergencia política no significó identidad de intereses, como se constató tiempo después, en especial cuando se hizo patente que un proyecto basado en la autonomía nacional para el control total de la cadena de investigación, desarrollo y producción, se enfrentaba con la realidad de la escasez de infraestructura científico-técnica, con una experiencia histórica de conflictos de clase en una minería basada en el empleo de gran volumen de fuerza de trabajo, sin calificación para que pudiera asumir las dificultades técnicas de un proyecto sofisticado en un contexto de globalización.

El gobierno enfrentó estas dificultades de manera parcial. Primero, instaurando un centro de investigaciones y personal cualificado (Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Yacimientos de Litio Bolivianos); y con la

⁷⁶ Ibid.

⁷⁷ En Argentina algunas comunidades se opusieron a la explotación de los salares y otras aceptaron, como la del Salar de Olaroz de Jujuy, donde el 42% de la fuerza de trabajo proviene de las comunidades aledañas. Rivas Molina, "Oro Blanco En El Norte Pobre de Argentina". No es posible tratar aquí de cuestiones político-estratégicas comunes a los países de América Latina. Baste señalar que la inexistencia de permanencia de las estrategias de desarrollo cuando cambian los gobiernos hace que los emprendimientos de largo alcance sean inciertos. En el correr de una década el gobierno boliviano ha invertido cerca de 610 millones de dólares, principalmente en infraestructura (plantas de extracción, laboratorios, etc.) que requieren décadas para amortizarse completamente. De manera que si los cambios políticos alteran el perfil estratégico de la industrialización del litio mucho de ese capital se habrá perdido.

promesa de inaugurar, para 2020, el Centro de Investigación y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos de Bolivia, en la localidad La Palca, del departamento de Potosí, con más de 40 laboratorios⁷⁸. El logro del gobierno es haber apoyado la culminación de una cadena de producción que, aunque reducida en capacidad industrial, mostró la posibilidad de la producción de litio y de baterías 'hechos en casa'. No obstante, en términos de indicadores tecnológicos la I+D nacional no ha logrado el registro de patentes⁷⁹. La otra cara de la moneda es, nuevamente, la competitividad tecnológica internacional. En el caso de las baterías, por ejemplo, existen diversas técnicas que incorporan procesos nanotecnológicos complejos⁸⁰, lo cual requiere, a su vez, de capacidades de infraestructura y de personal cualificado lejos de las posibilidades y condiciones bolivianas.

Otro aspecto es la relación política con sindicatos y comités cívico-locales, la misma que se articuló a partir de las grandes consignas políticas del presidente Evo Morales; principalmente, la nacionalización de los recursos naturales y su industrialización, evitando la exportación de materia prima sin procesar. Sin embargo, la dificultad de avanzar en desarrollo tecnológico, y en alcance y ritmo de industrialización frente al más veloz desarrollo de las tecnologías y procesos por parte de corporaciones y países desarrollados, obliga al gobierno a buscar mediaciones políticas (empresas mixtas, concesiones, etc.) que por diversos motivos fracasaron, mostrando en algunos casos el afloramiento de conflictos socio-políticos, como fue el surgido entre el Comité Cívico Potosinista (Concipo) y el ejecutivo gubernamental, que obligó a la cancelación del contrato de empresa mixta entre la YLB y la alemana ACISA en 2019.

Otra fuente de conflicto entre el proyecto gubernamental y los diferentes sectores sociales ha sido la falta de transparencia e inexactitud de información en las declaraciones públicas. La Fundación Solón publicó, en su boletín de mayo de 2019, un análisis devastador sobre las contradicciones entre los registros oficiales de la asociación entre YLB y la alemana ACI Systems, y los discursos públicos sobre tal empresa mixta. El análisis refleja una permanente divergencia entre las fuentes, y una grandilocuencia en los pronunciamientos oficiales. Esto se constituye en fuente de dudas para las organizaciones sociales, como en el caso de Concipo arriba

⁷⁸ Cambio, "Centro de investigación del Litio tendrá 40 laboratorios", *La Epoca*, September 10, 2019. <http://www.la-epoca.com.bo/2019/09/10/centro-de-investigacion-del-litio-tendra-40-laboratorios/>.

⁷⁹ *Página Siete*, "Zuleta."

⁸⁰ Osaka and Ogumi, *Nanoscale Technology...*

mencionado, además de poner en cuestión el mismo carácter nacionalista que el gobierno pretende otorgar a la industrialización del litio. Al respecto, la Fundación Solón, apoya la opinión de que el proyecto boliviano tiene un carácter extractivista, antes que de desarrollo nacionalista (por ejemplo, entregando a ACISA el control de toda la salmuera residual, obteniendo el acceso por 70 años a la explotación del salar de Uyuni, teniendo el derecho a la exportación del 83% del hidróxido de litio, y ventajas a la exportación al mercado europeo, además de decisiones de investigación y administrativas)⁸¹.

Pero, lo más complicado para una política de desarrollo de corte nacionalista, como la que ha propuesto el gobierno boliviano, es la creación de un ámbito nacional de ciencia y tecnología, habida cuenta de que este está mucho más avanzado a nivel internacional. El caudal científico boliviano es menor en cantidad y cualidad que el de las corporaciones internacionales que explotan el recurso; y el producto del desarrollo científico y tecnológico está lejos de ser accesible, dada su mercantilización y las limitaciones debidas a la propiedad intelectual, de manera que Bolivia se enfrenta a la disyuntiva de si es posible integrar ciencia, tecnología y desarrollo no solamente a partir de las condiciones internas, sino en competencia con el nivel internacional. La segregación capitalista de la ciencia con respecto de la tecnología y del desarrollo como diferentes áreas de inversión de capital, obliga a la articulación práctica de diversos actores en el contexto internacional.

Fecha de recepción: 28/02/20

Aceptado para publicación: 02/05/20

⁸¹ Fundación Solón, "Litio Boliviano ¿Industrialización o Extractivismo? Análisis de La Asociación Estratégica Boliviana-Alemana", *Tunupa*, May 2019.

Referencias bibliográficas

- ACISA, “Litio. Materia Prima Para La Energía y La Movilidad Sostenible,” November 2019. <https://www.acisa.de/es/litio/>.
- Agusdinata, Datu Buyung, Wenjuan Liu, Hallie Eakin, and Hugo Romero, “Socio-Environmental Impacts of Lithium Mineral Extraction: Towards a Research Agenda”, *Environmental Research Letters* 13, no. 12 (November 27, 2018): 123001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae9b1>.
- AIE, “World Energy Outlook”, Agencia Internacional de Energía, 2018. www.iea.org.
- Auty, Richard M., *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*, Routledge, 1993.
- Azevedo, Marcelo, Nicolo Campagnol, Toralf Hagenbrulch, Ken Hoffman, Ajay Lala, and Oliver Ramsbottom, “Lithium and Cobalt. A Tale of Two Commodities”, McKinsey & Company, June 2018. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/lithium%20and%20cobalt%20a%20tale%20of%20two%20commodities/lithium-and-cobalt-a-tale-of-two-commodities.ashx>.
- Bárcena, Alicia, “Estado de Situación de La Minería En América Latina y El Caribe: Desafíos y Oportunidades Para Un Desarrollo Más Sostenible. Secretaria Ejecutiva, NNUU-CEPAL”, IX Conferencia de Ministerios de Minería de las Américas, Lima, November 20, 2018. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/181116_extendidafinalconferencia_a_los_ministros_mineria_lima.pdf.
- Benchmark Mineral Intelligence, “Lithium’s Price Paradox”, *Benchmark Mineral Intelligence* (blog), July 30, 2019. <https://www.benchmarkminerals.com/lithiums-price-paradox/>.
- Bohlsen, Matt, “Lithium Extraction Techniques - A Look At The Latest Technologies And The Companies Involved”, Seeking Alpha, July 14, 2016. <https://seekingalpha.com/article/3988497-lithium-extraction-techniques-look-latest-technologies-companies-involved>.
- Calla, R., “Impactos de La Producción Industrial Del Carbonato de Litio y Del Cloruro de Potasio En El Salar de Uyuni”, in *Un Presente Sin Futuro. El Proyecto de Industrialización de Litio En Bolivia*, CEDLA, La Paz, 2014.
- Cambio, “Centro de investigación del Litio tendrá 40 laboratorios”, *La Epoca*, September 10, 2019. <http://www.la-epoca.com.bo/2019/09/10/centro-de-investigacion-del-litio-tendra-40-laboratorios/>.
- Carbajal, Braulio, “La Jornada: Suben 180% acciones de firma inglesa por veta de litio en Sonora”, *La Jornada*. January 23, 2020. <https://www.jornada.com.mx/2020/01/23/economia/017n1eco>.
- CEPROMIN, “Litio. Antecedentes, Historia, Actualidad”, La Paz, 1991.
- Del Barco, Roberto, “Nanotecnología y Litio, Su Relevancia En La Política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Bolivia”, in *Investigación y Mercado de Nanotecnologías*

- En América Latina*, Miguel Angel Porrúa / Universidad Autónoma de Zacatecas, Ciudad de México, 2016.
- DIRECON, “Anuario de Las Exportaciones Chilenas 2018. Capítulo I. Exportación de Mercancías, Sectores y Mercados”, 2019. https://www.prochile.gob.cl/anuario_servicios_capitulo1_bienes_2018.
- Dunn, B, H Kamath, and J Tarascon, “Electrical Energy Storage for the Grid: A Battery of Choices”, *Science*, 2011, 334.
- Echazú, L., “Un Proyecto 100% Estatal. Industrializando Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio Con Dignidad y Soberanía”, in Federico Nacif and Miguel Lacabana (eds.), *ABC Del Litio Sudamericano*, CCC-Universidad de Quilmes, Quilmes, Buenos Aires, 2015.
- Energy.gov., “Timeline: History of the Electric Car”, Energy.gov. <https://www.energy.gov/timeline/timeline-history-electric-car>. (Consultado en 11/11/2019)
- EURACTIV, “Macron Unveils Franco-German Plan to Give Electric Battery Industry a Jolt”, February 13, 2019. <https://www.euractiv.com/section/batteries/news/macron-unveils-franco-german-plan-to-give-electric-battery-industry-a-jolt/>.
- FAOSTAT, “Quinoa: crops production and producers price annual”, Metadatos FAOSTAT, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#search/quinoa>.
- Flexer, Victoria, Celso Fernando Baspineiro, and Claudia Inés Galli, “Lithium Recovery from Brines: A Vital Raw Material for Green Energies with a Potential Environmental Impact in Its Mining and Processing”, *Science of The Total Environment* 639 (October 2018): 1188–1204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>.
- Fornillo, Bruno, and M Gamba, “Política, Ciencia y Energía En El Triángulo Del Litio”, in *Litio En Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios*, El Colectivo; CLACSO; IEALC - Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2019.
- Fundación Solón, “Litio Boliviano ¿Industrialización o Extractivismo? Análisis de La Asociación Estratégica Boliviana-Alemana”, *Tunupa*, May 2019.
- Furche, Carlos, Byron Jara, Pablo Olgún, Shelly Jhonston, Diego Fernandez Buitrón, Fernando Correa, Laura Delgrosso, Nicholas Covey, and Todd, Hale, *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*, Documento conjunto FAO-ALADI, FAO-ALADI, Santiago, 2014. <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>.
- FURO SYSTEMS, “Hydrogen Fuel Cells vs Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles”, *FuroSystems* (blog), June 20, 2018. <https://www.furosystems.com/news/hydrogen-fuel-cells-vs-lithium-ion-batteries-in-electric-vehicles/>.
- Green Car Congress, “CRU: Lithium Prices Plunging as Hype Meets Reality; Impact of New Supply, Disappointing BEV Sales”, Green Car Congress, September 6, 2019. <https://www.greencarcongress.com/2019/09/20190906-cru.html>.
- Heubl, Ben, “Lithium firms depleting vital water supplies in Chile, analysis suggests”, *Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina* (blog), August 29, 2019.

<https://www.ocmal.org/lithium-firms-depleting-vital-water-supplies-in-chile-analysis-suggests/>.

Iñiguez, E., *Movimientos Regionales, Discurso, Ideología e Identidad*, Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, 2007.

Iño, W., *Historia Del Extractivismo Del Litio En Bolivia, El Movimiento Cívico de Potosí y La Defensa de Los Recursos Evaporíticos Del Salar de Uyuni (1987-1990)*, Instituto de Estudios Bolivianos, Universidad Mayor de San Andrés, 2017.

International Battery Metals, “International Battery Metals. Announces Second Licensing Agreement with Ensorcia Metals Corp for Its Lithium Extraction Technologies in Argentina”, November 20, 2018. [https://ibatterymetals.com/pdf/IBAT-Argentina-release-FINAL-\(3\).pdf](https://ibatterymetals.com/pdf/IBAT-Argentina-release-FINAL-(3).pdf).

Jenkins, Ian, “New Tech Could Be A Game Changer For The Lithium Sector”, *Cision. Pr Newswire*, March 20, 2018. <https://www.prnewswire.com/news-releases/new-tech-could-be-a-game-changer-for-the-lithium-sector-677370383.html>.

Katwala, Amit, “The Spiralling Environmental Cost of Our Lithium Battery Addiction”, *Wired UK*, August 5, 2018. <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>.

Kazimierski, M., “Transición Energética, Principios y Retos: La Necesidad de Almacenar Energía y El Potencial de La Batería Ion-Litio”, in *Litio En Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios*, El Colectivo; CLACSO; IEALC - Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2019.

Lagos, G., *El Desarrollo Del Litio En Chile: 1984-2017*, EDITEC, Santiago de Chile, 2017.

Millán, Laura, “Lithium Battery Dreams Get a Rude Awakening in South America”, *Bloomberg.Com*, October 11, 2019. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-10-11/lithium-battery-dreams-get-a-rude-awakening-in-south-america>.

Nacif, Federico, “Bolivia y El Plan de Industrialización Del Litio 100% Estatal: Desarrollo Autónomo y Soberanía Energética”, *La Migraña, Revista de Análisis Político* 1, no. 3 (2012): 88–10.

Nacif, Federico, “El Abc Del Litio Sudamericano, Apuntes Para Un Análisis Socio-Técnico”, *Revista de Ciencias Sociales* segunda época 49, no. 34 (2018): 49–67.

NASA, “Lithium Harvesting at Salar de Uyuni”, Text.Article, April 26, 2019. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/144976/lithium-harvesting-at-salar-de-uyuni>.

Navigate Research, “Advanced Energy Storage for Automotive Applications”, 2014. www.navigantresearch.com.

Observatory of Economic Complexity, “OEC - Lithium Carbonates (HS92: 283691) Product Trade, Exporters and Importers”, 2018. <https://oec.world/en/profile/hs92/283691/>.

- Olivera, M., *La Industrialización Del Litio En Bolivia: Un Proyecto Estatal y Los Retos de La Gobernanza, El Extractivismo Histórico y El Capital Internacional*, CIDES-UMSA, La Paz, 2017.
- Opazo, “Comunidades indígenas bloquearon acceso a depósitos de litio en el Salar de Atacama”, *Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina* (blog), October 28, 2019. <https://www.ocmal.org/comunidades-indigenas-bloquearon-acceso-a-depositos-de-litio-en-el-salar-de-atacama/>.
- Orellana, W., “El Litio: Una Perspectiva Fallida Para Bolivia”, *Estudio de Caso N° 3*, 1995.
- Ortega, Ekaitz, and Moynihan Ruqayyah, “Toyota Is Working on Innovating a Solar-Powered Electric Car That Can ‘run Forever’ and Never Needs Charging”, *Business Insider*, September 19, 2019. <https://www.businessinsider.com/toyota-solar-powered-e-car-never-needs-charging-2019-9>.
- Osaka, Tetsuya, and Zempachi Ogumi, *Nanoscale Technology for Advanced Lithium Batteries*, Springer Science & Business Media, 2013.
- Página Siete, “Gobierno abroga decreto 3738 sobre la industrialización del litio”, *Página Siete*, La Paz, November 3, 2019. <https://www.paginasiete.bo/economia/2019/11/3/gobierno-abroga-decreto-3738-sobre-la-industrializacion-del-litio-236299.html>.
- Página Siete, “Zuleta: Bolivia no sabe explotar el litio ni consiguió patentes”, *Página Siete*, La Paz, November 4, 2019. <https://www.paginasiete.bo/economia/2019/11/4/zuleta-bolivia-no-sabe-explotar-el-litio-ni-consiguio-patentes-236336.html>.
- Palden, “Lichu River Poisoned – Case of Minyak Lhagang Lithium Mine Protest”, Tibet Nature Environmental Conservation Network, June 9, 2016. <http://www.tibetnature.net/en/lichu-river-poisoned-case-minyak-lhagang-lithium-mine-protest/>.
- Rivas Molina, Federico, “Oro Blanco En El Norte Pobre de Argentina”, *El País*, October 25, 2019.
- Scheyder, Ernest, “How Much Does Lithium Cost? The Industry Can’t Seem to Agree”, *Reuters*, June 9, 2019. <https://www.reuters.com/article/us-lithium-electric-prices-idUSKCN1TA04F>.
- Sherwood, Dave, “In Chilean Desert, Global Thirst for Lithium Is Fueling a ‘Water War’”, *Reuters*, August 29, 2018. <https://www.reuters.com/article/us-chile-lithium-water-idUSKCN1LE16T>.
- Sherwood, Harriet, “Human Rights Groups Face Global Crackdown ‘Not Seen in a Generation’”, *The Guardian*, August 26, 2015, sec. Law. http://www.theguardian.com/law/2015/aug/26/ngos-face-restrictions-laws-human-rights-generation?CMP=Share_iOSApp_Other.
- Slipak, A, and S Urrutia, “Historias de La Extracción, Dinámicas Jurídico-Tributarias y El Litio En Los Modelos de Desarrollo de Argentina, Bolivia y Chile”, in *Litio En Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios*, El Colectivo; CLACSO; IEALC - Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2019.

- Subsecretaría de Minería, México. “Perfil Del Mercado Del Litio.” Secretaría de Economía. México, December 2017. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287805/Perfil_Litio_2017.pdf.
- Tahil, William. “The Trouble with Lithium.” Meridian International Research, January 2007. http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium_Problem_2.pdf.
- Tarascon, Jean-Marie. “Is Lithium the New Gold?” *Nature Chemistry* 2, no. 6 (June 1, 2010): 510–510. <https://doi.org/10.1038/nchem.680>.
- Villalobos, Guillermo. “¿Cuáles serán los impactos socio ambientales de la explotación del litio en el salar de Uyuni?” Observatorio de Inversiones Latinoamericanas, July 2, 2019. https://latinvestment.org/2019/07/02/cuales-seran-los-impactos-socio-ambientales-de-la-explotacion-del-litio-en-el-salar-de-uyuni/?fbclid=IwAR0Nd6K9Z0IqVcvK2tKFjrQsOi2Mb6kU406KWW_3nOe8nxOnjZ2eC7C-tWY.
- YLB (Yacimientos del Litio Boliviano). “Memoria Institucional YLB 2018, Recuperado de https://www.ylb.gob.bo/inicio/acerca_de_YLB, Consultado El 22.08.2019.” 2019. https://www.ylb.gob.bo/inicio/acerca_de_YLB.
- Zicari, J. “El Mercado Del Litio Desde Una Perspectiva Global: De La Argentina al Mundo. Actores, Lógicas y Dinámicas.” In *Geopolítica Del Litio. Industria, Ciencia y Energía En Argentina*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Colectivo-CLACSO, Argentina., 2015.