

ALGO SOBRE EL LITIO

RECOPIADO POR VÍCTOR BRAVO

Víctor Bravo

vbravo@fundacionbariloche.org.ar

Documento de Trabajo

Departamento de Economía Energética

Documento de Trabajo | Enero 2019

Este trabajo es fruto de investigaciones internas realizadas por el (los) autor(es). Las opiniones vertidas en este trabajo son, sin embargo, responsabilidad exclusiva del (de los) autor(es) y de ningún modo pretenden reflejar las de la Institución.

Copyright © (2018) Fundación Bariloche. Todos los derechos reservados. Pequeñas secciones de este trabajo, que no excedan de dos párrafos, pueden ser citadas sin autorización previa de Fundación Bariloche, siempre y cuando se cite a plenitud la fuente, incluido el símbolo ©.

www.fundacionbariloche.org.ar

Av. Bustillo 9500 - (R8402AGP) S.C. de Bariloche - Río Negro - Argentina - Tel. / Fax: (54-294) 446-2500
Piedras 482 - Piso 2º H - (C1070AAJ) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina - Tel. / Fax: (54-11) 4331-2021/23

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. QUÉ ES EL LITIO	2
3. PARA QUÉ SIRVE	4
4. USOS POTENCIALES ENERGÉTICOS DEL LITIO	5
5. LAS BATERÍAS DE IÓN LITIO	6
6. PROBLEMAS QUE TIENEN LAS BATERÍAS DE LOS COCHES ELÉCTRICOS CON ALGUNOS METALES	9
7. LAS RESERVAS Y PRODUCCIÓN DE LITIO	10
7.1 Las Reservas	10
7.2 La producción	11
8. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	13
8.1 Extracción del Litio desde el Mineral.....	13
8.2 A partir de salmueras	13
8.2.1 Obtención del Carbonato de litio.....	14
8.2.2 Obtención del Hidróxido de Litio	15
8.3 Otro método.....	16
9. IMPACTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS	18
10. LOS PRECIOS	21
11. EL LITIO EN ARGENTINA	22
12. ¿QUÉ HACER EN ARGENTINA?	25
13. BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
Cuadro Nº 3.1. Usos del Litio	4
Cuadro Nº 7.1. Reservas de Litio: año 2017.....	11

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
Gráfico Nº 7.1. Producción Minera Mundial de Litio	12

1. INTRODUCCIÓN

Esto es una recopilación de artículos sobre el tema y no hice otra cosa que ordenarlos.

No es una investigación original.

Esta recopilación es producto de algunas o muchas inquietudes.

Además, tiene cierta reminiscencia pues sobre la industrialización del Carbonato de litio hice mi proyecto final para optar al título de Ingeniero Químico en la UNLITORAL a principios de la década de los 60.

En Argentina poseemos una de las reservas de Litio mayores del mundo.

Un mineral que será fundamental, masivamente, para el sistema de transporte en un futuro no muy lejano.

Entonces Argentina tiene dos caminos.

Dedicarse a la extracción del mineral y venderlo como materia prima o industrializarlo y usarlo y exportarlo con importante valor agregado.

Las dos tareas pueden ser hechas por empresas extranjeras que sólo dejarían regalías, impuesto a las ganancias y algo de ocupación de mano de obra.

Pero puede imitarse lo que se hizo en la década de los años 50 del siglo pasado con la energía nuclear e internalizar al máximo los beneficios.

No se trata de una tecnología de punta, como es la nuclear, sino de una industria que puede desarrollarse sin problemas con los conocimientos existentes en el País.

Estamos a tiempo y no perdamos otra oportunidad.

Un punto esencial será usar métodos de extracción que sean mínimamente agresivos del ambiente natural (toda industria extractiva es agresiva del ambiente) y muy especialmente cuenten con la licencia social que otorguen las poblaciones cercanas a los sitios de extracción y de industrialización.

La recopilación incluirá los siguientes temas:

- i) Qué es el Litio
- ii) Para qué sirve
- iii) Reservas de Litio
- iv) Extracción
- v) Industrialización
- vi) Impactos ambientales
- vii) Qué hacer en Argentina

2. QUÉ ES EL LITIO

El litio es un elemento que presenta relativa abundancia en la corteza terrestre, se lo puede encontrar tanto en rocas como también disuelto en aguas marinas y continentales. El símbolo de este elemento químico es Li y en la tabla periódica se lo encuentra en el grupo I, junto a otros elementos alcalinos, como el sodio, potasio, rubidio, cesio, francio. El litio toma su nombre del griego "LITHOS" que significa "piedra", ya que fue el único elemento alcalino descubierto en un mineral, mientras que los demás metales de este grupo se encontraron por primera vez en tejidos de plantas o por electrólisis. El descubrimiento de este elemento se produjo en el año 1817 por Johann ARFVEDSON mientras estudiaba muestras minerales provenientes de una mina en la isla UTÖ (Suecia). Esos minerales eran ESPODUMENO, $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ y lepidolita, $\text{K}(\text{Li,AL})_3[(\text{F,OH})_2(\text{Si,AL})_4\text{O}_{10}]$,

Recién en 1855 Thomas Brande logró aislarlo como metal libre. En su forma pura, es un metal blando, de color blanco plata, que se oxida rápidamente en aire o agua.

En los magmas el litio es un elemento que, por sus propiedades químicas, durante el ascenso y cristalización, va concentrándose en el líquido del final de la cristalización magmática, formando minerales en las rocas conocidas como pegmatitas y en salmueras naturales, en cada caso con sus asociaciones minerales propias y tipos de explotación particulares.

Si bien existen alrededor de 145 especies minerales que contienen litio como componente principal, sólo unos pocos de estos minerales tienen realmente valor económico ya que existen algunas limitantes para la explotación de este tipo de yacimientos. Por ejemplo, algunos depósitos que contienen estos minerales son muy pequeños, otros tienen un contenido demasiado bajo de litio o muy alto de elementos perjudiciales para los procesos MINERALÚRGICOS (magnesio, sulfato, etc.), o bien se encuentran situados en áreas remotas, lo que hace que no sea económicamente rentable extraerlos y procesarlos (por ejemplo, en TIBET).

Con respecto a las salmueras naturales, son los depósitos que tienen mayor concentración de litio, ya que en ellos se encuentra el elemento disuelto como ión, como en las aguas subterráneas de algunos salares, acompañado de potasio, magnesio y boro. Por lo general la mayor parte del litio en estos depósitos proviene de aguas geotermales, o tal vez en parte de la lixiviación de cenizas volcánicas, arcillas o de otras rocas ricas en este elemento. Sin embargo, el litio es muy difícil de separar de la estructura reticular de todas las rocas y minerales, tampoco se disuelve fácilmente a menos que el proceso se produzca en agua muy caliente.

Por lo tanto, cuando estas aguas geotermales diluidas llegan a la superficie terrestre a cuencas cerradas e impermeables, más precisamente a los salares y en un clima árido, se concentran por el proceso de evaporación. Estas salmueras de litio dan lugar a precisamente a los salares y en un clima árido, se concentran por el proceso de evaporación. Estas salmueras de litio dan lugar a un número reducido de grandes depósitos a nivel mundial.

Un salar se forma a partir de la ocurrencia de varios factores entre los que se destaca la tectónica de placas (1), el volcanismo (2), el HIDROTHERMALISMO (3), el endorreísmo (4) y el clima. La conjugación de todos estos factores mencionados es lo que otorga a los depósitos EVAPORÍTICOS características peculiares que los distinguen de los formados en marcos GEODINÁMICOS diferentes. De manera que cada factor juega un papel fundamental en la generación de los salares. Los elementos químicos como el litio se incorporan ya sea por la inyección directa de fluidos líquidos o gaseosos de origen magmático a los circuitos hidrológicos o por el lixiviado subterráneo de las aguas meteóricas (5), infiltradas y calentadas por el elevado flujo térmico de la región originado por la actividad volcánica.

¹ La tectónica de placas (del griego τεκτονικός, tektonicós, "el que construye") es una teoría geológica que explica la forma en que está estructurada la litosfera (porción externa más fría y rígida de la Tierra). La teoría da una explicación a las placas tectónicas que forman parte de la superficie de la Tierra y a los deslizamientos que se observan entre ellas en su movimiento sobre el manto terrestre fluido, sus direcciones e interacciones. También explica la formación de las cadenas montañosas (orogénesis). Así mismo, da una explicación satisfactoria a por qué los terremotos y los volcanes se concentran en regiones concretas del planeta (como el Cinturón de Fuego del Pacífico) o a por qué las grandes fosas submarinas están junto a islas y continentes y no en el centro del océano.

² El vulcanismo corresponde a todos los fenómenos relacionados con el ascenso del magma o rocas fundidas desde el interior de la Tierra a la superficie terrestre. Es una de las principales manifestaciones de la energía interna del globo terrestre y afecta principalmente a las zonas inestables de su corteza. Los volcanes son puntos de relieve que comunican directamente la superficie terrestre con las capas interiores a la corteza, en donde, debido a la elevada temperatura presente, las rocas se encuentran en estado de fusión.

³ HIDROTHERMALISMO: conjunto de fenómenos relacionados con la circulación de fluidos calientes en el interior de la corteza terrestre.

⁴ ENDORREISMO: proceso de escurrimiento de agua hacia una cuenca cerrada, o lago temporal. Los factores más importantes que controlan esta función son relieves, clima y precipitaciones.

⁵ Aguas meteóricas: aguas provenientes de fenómenos meteorológicos tales como lluvia, nieve o granizo. (Tomado de "El Litio desde las salinas de la Puna a nuestros teléfonos": Mauro. de la Hoz; Verónica Rocío Martínez; José Luis VEDIA: del Instituto de BIO y GEOCIENCIAS del NOA, UNSA-Conicet e Instituto de GEOCIENCIAS de la Universidad de Brasil; e Universidad Nacional de Salta).

3. PARA QUÉ SIRVE

El litio por sus propiedades físicas y químicas, es el más liviano y electropositivo de todos los elementos sólidos y ha logrado desarrollar en la actualidad un mercado diverso, que crece día a día. Es un elemento versátil, porque se comercializa y se usa como concentrado de mineral, metal y compuesto químico, orgánico e inorgánico.

El mayor consumo es en la forma de productos químicos inorgánicos, destacando el carbonato de litio y el hidróxido de litio. Algunos de sus usos son para manufactura de vidrios, producción de esmaltes para cerámicas, producción de aluminio metálico, ingrediente crítico en la fabricación de tubos de televisión, fabricación de grasas lubricantes de usos múltiples, obtención de litio metálico, absorbente de CO₂ en la industria espacial y submarinos, fuentes de energía eléctrica (baterías) y hasta para elaborar medicamentos.

Aún no se conoce el verdadero valor del litio en la medicina, ya que puede cumplir un rol biológico importante sustituyendo al sodio a nivel de las membranas biológicas, pero sí se ha descubierto que incrementa la permeabilidad celular y actúa sobre los neurotransmisores, favoreciendo la estabilidad del estado anímico. Ello dio lugar a que se lo utilice para elaborar psicofármacos.

De todos los usos aplicables del litio, las baterías son las que tienen mayor trascendencia debido a que constituyen la fuente de energía de los teléfonos celulares, notebooks, TABLETS, etc. Estos dispositivos están diseñados para almacenar energía eléctrica, que emplea como electrolito una sal de litio que contiene los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Sin estas baterías no hubiera sido posible el desarrollo de la tecnología actual, y cada vez son más compactas y pequeñas.

Actualmente un grupo de ingenieros e investigadores de la Universidad de NORTWESTE Illinois, en los Estados Unidos, ha desarrollado un nuevo tipo de baterías de iones de litio, con una capacidad diez veces mayor que las actuales

En el Cuadro Nº 3.1 se indican los principales usos del Litio.

Cuadro Nº 3.1. Usos del Litio

USOS	Participación (%)
Baterías	19
Lubricantes y Grasas	16
Cerámica	12
Vidrio	9
Aire Acondicionado	8
Aleaciones de Aluminio	6
Medicina	5
Polímeros	4
Otros	21

Fuente: <http://wp.cedha.net/>

Tomado de "El Litio desde las salinas de la Puna a nuestros teléfonos": Mauro de la Hoz; Verónica Rocío Martínez; José Luis VEDIA: del Instituto de BIO y GEOCIENCIAS del NOA, UNSA-Conicet e Instituto de GEOCIENCIAS de la Universidad de Brasil; e Universidad Nacional de Salta).

4. USOS POTENCIALES ENERGÉTICOS DEL LITIO

Entre los usos potenciales o también llamados emergentes, encontramos aplicaciones que ya son conocidas pero que aún no son ampliamente desarrolladas y que muestran altas tasas de crecimiento de la demanda, tales como las baterías de alta densidad energética, baterías de gran escala para estabilización y almacenamiento en redes eléctricas, aleaciones de bajo peso y refuerzo de hojas de turbinas.

Por otro lado, el litio ha sido considerado como un material importante para evaluar el desarrollo de los reactores de fusión nuclear, que aún están en plena etapa de investigación y desarrollo. Considerando las tecnologías actuales la reacción más factible es la fusión nuclear de los dos isótopos pesados del hidrógeno (el deuterio, D, y el tritio, T). Mientras el deuterio se halla en forma abundante en el agua de mar, el tritio es escaso en la naturaleza y es radioactivo, con una vida media relativamente corta de 12 años. Cantidades usables de este último se obtendrían por medio del bombardeo de litio-6 con neutrones. De esta forma el litio actuaría como productor de tritio, permitiendo además su empleo como un excelente refrigerante del manto y medio de transporte calorífico, debido a su alta capacidad calórica, baja viscosidad, alta conductividad térmica y baja presión de vapor.

En un hipotético reemplazo de la tecnología actual de los reactores nucleares por reactores de fusión, el consumo anual de litio sería bajo (3,6 toneladas anuales de litio en una planta de 1 GW). Sumando el total de las plantas mundiales ante este hipotético reemplazo, éstas consumirían alrededor de 10.000 toneladas de litio por año, correspondiente a cerca de 50.000 toneladas de LCE (carbonato de litio equivalente), un cuarto de la producción mundial actual.

(Tomado de "Situación actual y Perspectivas del Mercado del Litio" Ministerio de energía y Minería Argentina: Marzo 2017).

5. LAS BATERÍAS DE IÓN LITIO

La batería de iones de litio, también denominada batería Li-Ion, es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, junto con el poco efecto memoria que sufren o su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido diseñar acumuladores ligeros, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo. Desde la primera comercialización de un acumulador basado en la tecnología Li-ion a principios de los años 1990, su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles y lectores de música.

Sin embargo, su rápida degradación y sensibilidad a las elevadas temperaturas, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión, requieren, en su configuración como producto de consumo, la inclusión de dispositivos adicionales de seguridad, resultando en un coste superior que ha limitado la extensión de su uso a otras aplicaciones.

A principios del siglo XXI, en el contexto de la creciente carestía de combustibles derivados del petróleo, la industria del automóvil anunció el desarrollo, proliferación y comercialización de vehículos con motores eléctricos basados en la tecnología de las baterías de iones de litio, con los que se pueda disminuir la dependencia energética de estas fuentes a la vez que se mantiene baja la emisión de gases contaminantes.

A pesar de todas sus ventajas, esta tecnología no es el sistema perfecto para el almacenaje de energía, pues tiene varios defectos, como pueden ser:

- *Duración media: depende de la cantidad de carga que almacenen, independientemente de su uso. Tienen una vida útil de unos 3 años o más si se almacenan con un 40% de su carga máxima (en realidad, cualquier batería, independientemente de su tecnología, se deteriora si se almacena sin carga. Basta con recordar el proceso de sulfatación que ocurría en las antiguas baterías de zinc-carbón cuando se almacenaban al descargarse completamente).*
- *Soportan un número limitado de cargas: entre 300 y 1000, menos que una batería de níquel cadmio e igual que las de Ni-MH, por lo que ya empiezan a ser consideradas en la categoría de consumibles.*
- *Son costosas: su fabricación es más costosa que las de Ni-Cd e igual que las de Ni-MH, si bien el precio en la actualidad baja rápidamente debido a su gran penetración en el mercado, con el consiguiente abaratamiento. Podemos decir que se utilizan en todos los teléfonos móviles y ordenadores portátiles del mundo y continúa extendiéndose su uso a todo tipo de herramientas portátiles de baja potencia.*
- *Pueden sobrecalentarse hasta el punto de explotar: están fabricadas con materiales inflamables que las hace propensas a detonaciones o incendios, por lo que es necesario dotarlas de circuitos electrónicos que controlen en todo momento su temperatura.*
- *Peor capacidad de trabajo en frío: ofrecen un rendimiento inferior a las baterías de Ni-Cd o Ni-MH a bajas temperaturas, reduciendo su duración hasta en un 25%.*
- *Tensión muy variable: debido a que la variación de la tensión de celda es muy grande, se hace imprescindible usar un pequeño convertidor CC/CC en función de la aplicación de la que se trate si se quiere tener una tensión de salida constante.*

Las Baterías comerciales se han situado como las más interesantes en su clase para usarlas en ordenadores portátiles, teléfonos móviles y otros aparatos eléctricos y electrónicos. Los teléfonos móviles, las agendas electrónicas, reproductores MP3, vienen con baterías que tienen las siguientes ventajas:

- Una elevada densidad de energía: acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.
- Poco peso: a igualdad de carga almacenada, son menos pesadas y ocupan menos volumen que las de tipo Ni-MH y mucho menos que las de Ni-Cd y plomo.
- Gran capacidad de descarga. Algunas baterías de Li-ion — las llamadas "LIPO" Litio-ion Polímero (ion de litio en polímero) que hay en el mercado, se pueden descargar totalmente en menos de dos minutos.
- Poco espesor: se presentan en placas rectangulares, con menos de 5 mm de espesor. Esto las hace especialmente interesantes para integrarlas en dispositivos portátiles que deben tener poco espesor.
- Alta tensión por célula: cada batería proporciona 3,7 voltios, lo mismo que tres baterías de Ni-MH o Ni-Cd (1,2 V cada una).
- Mínimo efecto memoria.
- Descarga lineal: durante toda la descarga, la tensión varía mucho: si la tensión nominal de una celda de litio es de 3,6V, la tensión máxima se hallará en torno a 4,2V, mientras que la tensión mínima recomendada es 2,5V para evitar la descarga profunda de la batería y la reducción de su vida útil. Esto significa que la variación de la tensión de celda con respecto al estado de carga es constante. Es decir, la pendiente de la recta dV/dC es constante (si se representa gráficamente, la tensión en función de la descarga es una línea recta). Eso facilita el conocer con buena precisión el estado de carga de la batería.
- Larga vida en las baterías profesionales para vehículos eléctricos (con el tipo LiFePO4). Algunos fabricantes muestran datos de más de 3.000 ciclos de carga/descarga para una pérdida de capacidad del 20% a C/3.
- Facilidad para saber la carga que almacenan. Basta con medir, en reposo, la tensión de la batería. La energía almacenada es una función de la tensión medida.
- Muy baja tasa de auto descarga: cuando guardamos una batería, ésta se descarga progresivamente aunque no la usemos. En el caso de las baterías de Ni-MH, esta "auto descarga" puede suponer más de un 20% mensual, salvo en las Ni-MH con tecnología LSD (LOW SELF DISCHARGE, baja auto descarga) que pueden mantener un 80% de carga después de un año. En el caso de Li-ion es de menos un 6% mensual. Muchas de ellas, tras seis meses en reposo, pueden retener un 80% de su carga.

Hay que tener en cuenta que existen en el mercado numerosas combinaciones de litio, lo que puede llevar a muchas características diferentes. Entre ellas encontramos:

- Las baterías de ion de litio en polímero, en las que la principal diferencia con las baterías de ion de litio ordinarias es que el electrolito litio-sal no está contenido en un solvente orgánico, sino en un compuesto polimérico sólido como el óxido de polietileno o POLIACRILONITRILO. Las ventajas del litio polímero sobre el litio-ion son: menores costes de fabricación, adaptabilidad a una amplia variedad de formas de empaquetado, confiabilidad y resistencia.

-
- *Las de litio hierro fosfato (LiFePO_4), también conocidas como LFP. Comparadas con las baterías tradicionales de ion de litio, en las que el LiCoO_2 es uno de sus componentes más caros, las de litio hierro fosfato son significativamente más baratas de producir.*
 - *Las de tipo olivino de litio hierro fosfato. Tienen la característica de que pueden durar unos 10 años si se cargan una vez al día. Además de tener una larga vida, se pueden cargar muy rápidamente, ya que emplean sólo dos horas para el 95% de su capacidad. Entre otros está comercializada por Sony Business SOLUTIONS (ESSP-2000).*

(Tomado de “Baterías de Ion Litio” Wikipedia).

6. PROBLEMAS QUE TIENEN LAS BATERÍAS DE LOS COCHES ELÉCTRICOS CON ALGUNOS METALES

Son el Níquel y el Cobalto, pero principalmente este último.

Es que se requieren grandes cantidades de estos metales para fabricar las baterías.

El principal problema con el Níquel es que su explotación no resultaría suficiente para abastecer la demanda de los coches eléctricos y para lograrlo harían falta cuantiosas inversiones.

El Cobalto es un material mucho más explotado que el Níquel.

El Cobalto tiene la cualidad de potenciar las propiedades de otros metales como el litio, el componente más usado en las baterías, y según datos de la BBC, los fabricantes de baterías acaparan cada año el 45% de la producción global de este mineral.

En aleación con otros metales, cuenta con propiedades que hacen que las baterías sean más duraderas y asequibles.

Desde que en 2010 se introdujera la cotización del cobalto en la Bolsa de Metales de Londres, su precio se ha disparado más de 270%. Según S & P Global MARKET INTELLIGENCE, la producción de cobalto aumentará a 219.000 toneladas en 2022 de las 122.000 toneladas del año 2017.

¿Y quiénes dominan el mercado? GLENCORE, que produjo 28.000 toneladas en 2016; HUAYOU COBAL de China; la minera estadounidense Freeport-MCMORAN y EUROASIAN RESOURCES GROUP.

De hecho, GLENCORE acordó vender alrededor de un tercio de su producción de cobalto en los próximos tres años al reciclador chino de baterías GEM.

El principal productor de cobalto en el mundo es la República Democrática del Congo (RDC), un país cuyo presidente se ha negado a abandonar el poder aún bajo las peticiones del Consejo de Seguridad de la ONU, que le ha pedido que celebre elecciones.

Mientras que la producción mundial se concentra principalmente en la RDC, inestable y devastada por la guerra, el refinamiento global se concentra principalmente en el mayor rival de los Estados Unidos, China. La exportación de cobalto del Congo a China comprende el 40% del comercio mundial de este material acaparan cada año el 45% de la producción global de este mineral. Adicionalmente en 2014, aproximadamente 40.000 niños trabajaron en minas en el sur de la RDC, muchos de ellos extrayendo cobalto y bajo el mando de los señores de la guerra, según UNICEF.

(Tomado de “El coche eléctrico y sus baterías tiene un gran problema guerra por el cobalto” Victoria Fuentes 29 Mayo 2018 - Actualizado 1 Junio 2018 XATAKA <https://WWW.XATAKA.com>).

7. LAS RESERVAS Y PRODUCCIÓN DE LITIO

7.1 Las Reservas

Es importante aclarar que los datos sobre reserva son dinámicos y se modifican conforme la factibilidad de la extracción se confirma o no y en función de las inversiones que realizan las empresas en exploración y las necesidades del negocio, entre otras variables. En tal sentido, las reservas deben ser consideradas un inventario en progreso. A efectos de realizar una cuantificación de la cantidad existente de litio en el mundo y cuál es el lugar que ocupa Argentina como posible proveedor del mineral, es necesario diferenciar y clarificar dos conceptos básicos:

- **Recurso**

Concentración natural del mineral que puede encontrarse en estado sólido, líquido, o gaseoso, en o sobre la corteza de la Tierra en tal forma y cantidad que su extracción económica es actualmente o potencialmente factible.

- **Reserva**

Es la parte del recurso que se encuentra en condiciones técnicas y económicas de ser extraídas.

Las reservas de mineral "litio" se encuentran dispersas en el mundo y puede extraerse de diferentes fuentes, incluso el agua de mar. Estas reservas son calculadas como "litio metálico". Debido al bajo costo de la extracción del litio de salmueras y a la creciente demanda mundial, en los últimos años se ha incentivado la entrada de nuevos capitales para el desarrollo de proyectos de extracción de litio de salmueras.

Según el Servicio Geológico de Estados Unidos, de los 38,44 millones de TN que existen en el planeta, Bolivia posee 10,7, Chile 10,3 y Argentina 4,5. Es decir entre los tres el 66%.

Cuadro N° 7.1. Reservas de Litio: año 2017

País	Reservas (millones de TN de LITIO)
Bolivia	10,7
Chile	10,3
Argentina	4,5
China	4,3
EEUU	3,8
Zaire	2,4
Australia	1,6
Canadá	0,6
Zimbabwe	0,11
Portugal	0,06
Brasil	0,05
Finlandia	0,02
TOTAL (Salmueras y minerales)	38,44

Fuente: U.S.G.S, mineral COMMODITY SUMMARIES.

Tomado de “Litio la paradoja de la abundancia” Informe preliminar de la Red de Asistencia Jurídica contra la MEGAMINERÍA).

7.2 La producción

La producción mundial de litio alcanzó en 2016 las 192.500 toneladas de LCE, con un crecimiento interanual del 11%. La producción se concentra principalmente en 3 países que representan en conjunto el 88% de la extracción. Australia lidera la producción con el 40% del mercado, el litio es obtenido en su mayoría de la mina Greenbushes que produce un concentrado de ESPODUMENO a partir de pegmatitas. El concentrado mineral (con un contenido de más del 6% de óxido de litio) es exportado a China donde se procesa para la obtención de carbonato e hidróxido de litio o se utiliza en la industria de vidrios y cerámica. Chile, mantiene una producción estable que alcanza hoy el 33% del mercado, produce derivados de litio a partir de salmueras en el Salar de Atacama a través de dos compañías: SQM y SCL CHEMETAL.

Argentina aumentó su participación (pasó del 11% al 16% de la oferta mundial) al incrementar casi un 60% la producción respecto de 2015 principalmente debido al aporte creciente del Salar de OLAROS (11.845 toneladas de LCE en 2016). El proyecto OLAROS, operado por OROCOBRE y localizado en la provincia de Jujuy, comenzó a producir en abril de 2015 marcando un hito a nivel mundial al ser el primer proyecto GREENFIELD (“desde cero”) en salmueras tras casi 20 años. El resto de la producción provino del Salar del Hombre Muerto, operado por FMC LITHIUM, que también aumentó su producción en 2016.

China se ubicó en el cuarto lugar con una reducción del 9% al pasar a producir 10.644 t de LCE. La extracción del litio se realiza en salares (ubicados en la cuenca de QAIDAM, dentro de la meseta tibetana en la provincia de Qinghai) y depósitos minerales. A su vez, China produce grandes cantidades de carbonato e hidróxido de litio a partir del concentrado de ESPODUMENO australiano. Se espera que en los próximos años y con el aumento de los precios, muchos de sus recursos se vuelvan comercialmente viables (hoy los costos de extracción de los salares chinos llegan a duplicar el de los sudamericanos) y así pueda depender en menor medida de las importaciones. Zimbabue produce a

partir de pegmatitas exclusivamente de la mina BIKITA y en EEUU la producción proviene del salar de SilverPeaken Nevada (de baja concentración en relación a los salares sudamericanos).

(Tomado de “El Mercado del Litio: Situación actual y Perspectivas” Ministerio de Energía y Minas Argentina, Marzo 2017).

En el Gráfico N° 7.2.1 se incluye la producción mundial de Litio en 2014 y 2015.

Gráfico N° 7.1. Producción Minera Mundial de Litio



Como puede observarse el principal productor en los años 2014 y 2015 era Australia.

(Tomado de “Litio la paradoja de la abundancia” Informe preliminar de la Red de Asistencia Jurídica contra la MEGAMINERÍA).

8. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

Esencialmente hay dos métodos: a partir del Litio contenido en minerales y del existente en las salmueras.

8.1 Extracción del Litio desde el Mineral

- *Se explotan los minerales de litio mediante minería a rajo o tajo abierto.*
- *Proceso usado en EEUU, Australia, Canadá. El contenido promedio de Li_2O es de 1,5%.*
- *Estos minerales son sometidos a un proceso de concentración, el cual comprende chancado, molienda y flotación.*
- *Se obtiene un concentrado de litio con una ley de 6,0 a 6,5% de Li_2O .*
- *El concentrado de ESPODUMENO natural o forma alfa es transformado por calcinación a la forma beta que es más reactiva.*
- *Se realiza un tratamiento en caliente con ácido sulfúrico (tostación ácida). Posteriormente, la mezcla de sulfato de litio formada, mineral residual y exceso de ácido se envía a un estanque de lixiviación para la obtención de soluciones de sulfato de litio.*
- *Las soluciones de sulfato de litio son consecutivamente neutralizadas, purificadas y concentradas en evaporadores de triple efecto.*
- *Se tratan con carbonato de sodio Na_2CO_3 para la obtención final de carbonato de litio.*

(Tomado de “Extracción del Litio desde el Mineral” Ministerio de Minería Gobierno de Chile).

8.2 A partir de salmueras

Se describirá la obtención del Carbonato de litio y del Hidróxido de litio.

Es mucho más barata que la obtención del Litio desde minerales.

La composición de las sal a los mueras en cuanto a los niveles de Litio varía considerablemente.

También varía la presencia de otros elementos. Por esto cada salmuera debe tratarse de forma particular.

La explotación del Li se realiza a partir de la salmuera que se encuentra conformando el acuífero. Esta salmuera se extra por bombeo a través de pozos y se deposita en piletas de poca profundidad en las que se favorece la evaporación. Esta evaporación es producida por el calor solar. En estas piletas se produce el precipitado del Cloruro de sodio (ClNa) y otras sales más solubles, mientras que el cloruro de litio (ClLi), por ser más insoluble permanece disuelto en el agua. Sin embargo, a pesar de no producirse la precipitación del ClLi, al evaporarse el agua dicha sal aumenta su concentración (es decir, se tiene la misma cantidad de sal disuelta en un volumen de agua menor). A esa salmuera, aún más concentrada en ClLi se le añade, carbonato de sodio (CO_3Na_2). De esta manera, el ión sodio (Na) del carbonato se asocia al Cloro (Cl) y el ión Carbonato (CO_3) se asocia al Li, generándose el Carbonato de litio (CO_3Li_2) que es lo que se comercializa.

8.2.1 Obtención del Carbonato de litio

Aquí se describirá el proceso para obtención de carbonato de litio que se realiza en el salar de Atacama, principal reserva de Litio de Chile y una de las mayores del mundo.

Los pasos de obtención son los siguientes:

i) Proceso de evaporación solar

Se extraen sales como el Cloruro de potasio, cloruro de sodio, sulfato de potasio, etc.

El litio en la salmuera extraída llega al 0,22%

Luego de la concentración por evaporación se eleva al 6%

ii) Transporte de la salmuera concentrada

Se la lleva a las plantas de procesamiento. Se la recibe y se dispone en pozas de almacenamiento.

iii) Remoción del Boro en la salmuera

El Boro es removido mediante un proceso de extracción por solvente

La salmuera es sometida a un proceso de acidificación con ácido clorhídrico y de esta forma mediante el contacto íntimo con un solvente orgánico específico se extrae el boro de la salmuera. Esto ocurre en las unidades mezcladoras-decantadoras

iv) Remoción del Magnesio

Una vez removido el Boro, la salmuera es enviada a un segundo proceso que corresponde a la remoción del magnesio. Este proceso tiene dos etapas

- La salmuera se hace reaccionar con la solución de licor madre, proveniente de la etapa de carbonatación, y con solución de ceniza de soda. Así se obtiene una salmuera con un reducido contenido de magnesio.*
- En la segunda etapa se elimina el remanente de magnesio de la salmuera. La salmuera proveniente de la primera etapa se procesa con lechada de cal (hidróxido de Calcio), para precipitar parte del magnesio presente como hidróxido de magnesio y el calcio agregado como carbonato de calcio.*

v) Envío a reactores

La salmuera exenta de boro y magnesio se calienta y se envía a reactores, donde se la mezcla con ceniza de soda para producir carbonato de litio.

El carbonato de litio es filtrado, lavado, secado y embolsado.

vi) Los residuos industriales líquidos generados en el proceso

Estos residuos (Riles) pueden afectar de una u otra manera al ambiente.

-
- *En las pozas de evaporación no se genera ningún tipo de residuo industrial líquido.*
 - *Agua con Boro generada en el proceso de extracción por solvente*
 - *El Boro puede infectar el estómago, hígado, riñones y cerebro y puede eventualmente llevar a la muerte. Cuando la exposición es con pequeñas cantidades de Boro tiene lugar la irritación de la nariz, garganta y ojos.*
 - *Efluente del proceso de centrifugado*
 - *Purga de descarta del proceso de cristalización del carbonato de litio*
 - *Efluente de lavado de equipos*

Estos residuos líquidos son conducidos a través de una cañería hasta las pozas de descarte

8.2.2 Obtención del Hidróxido de Litio

Los pasos son los siguientes:

i) Alimentación y reacción

El carbonato de litio es tratado con agua y bombeado hacia una batería de estanques reactores, donde se lo mezcla y se lo hace reaccionar con una solución de cal apagada ((Ca (OH)2)), obteniéndose una mezcla de hidróxido de litio y de Carbonato de Calcio (CaCo3).

ii) Clarificación y filtración

La mezcla obtenida en los reactores es bombeada hacia un clarificador, obteniéndose una solución de hidróxido de litio y una pulpa de carbonato de calcio-La solución de hidróxido de litio es filtrada para eliminar el carbonato de calcio que pudiera haber sido arrastrado, obteniéndose una solución limpia.

iii) Decantación y Centrifugación

La pulpa de carbonato de calcio es conducida hasta un proceso de lavado en contracorriente y decantación de sólidos, para recuperar la solución de hidróxido de litio arrastrada por la pulpa de carbonato de calcio y obtener así una decantación sólida del carbonato de calcio con muy bajo contenido de litio. La pulpa decantada del carbonato de calcio alimenta a una centrifuga, donde se obtiene un sólido con bajo contenido de humedad que va en camiones hasta la poza de descarte de sólidos.

iv) Evaporación y Cristalización

La solución de hidróxido de litio filtrada pasa a una etapa de evaporación, ingresando en evaporadores en los cuales el agua se convierte en vapor y el hidróxido de litio cristaliza monohidratado (LiOH.H2O)

v) Centrifugación

En esta etapa se separan los sólidos del líquido saturado en hidróxido de litio, eliminando las impurezas de cloruros y sulfatos.

vi) *Secado y Enfriamiento*

El hidróxido de litio monohidratado se seca en un sistema de lecho fluidizado vibratorio y luego es enfriado.

vii) *Envasado y almacenamiento*

El hidróxido de litio monohidratado se envasa en sacos y/o tambores.

viii) *Los residuos industriales líquidos generados en el proceso*

Estos residuos (Riles) pueden afectar de una u otra manera al ambiente.

Los líquidos industriales generados corresponderán a:

- *La purga del sistema de centrifugación del hidróxido de litio que consiste en una solución del 12% de hidróxido de litio y 88% de agua.*
- *La solución proveniente de la limpieza de los equipos con una solución del 3% de ácido sulfúrico. La purga de este proceso es una solución de sulfato de calcio y litio disueltos en agua con un pH relativamente neutro, estimado entre 6 y 9.*
- *Los riles anteriores se disponen en una piscina de descarte donde se evaporan constantemente, precipitando por el fondo sales inertes de carbonato de litio, sulfato de litio y sulfato de calcio.*

(Tomado de Minería del Litio: “Seminario. Residuos industriales Líquidos” Gisela Quiroz Aravena 2010).

8.3 Otro método

Investigadores argentinos desarrollaron una técnica para la extracción de litio, más efectiva y amigable con el medio ambiente. La iniciativa se propone integrar una cadena de proyectos que van desde la extracción del metal hasta la producción de baterías.

Ernesto Calvo y su equipo del Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía INQUIMAE) conforman una parte esencial en el camino hacia una industria local y estratégica. Gracias a su trabajo desarrollaron una tecnología innovadora para obtener cloruro de litio, que se emplea en la obtención de litio metálico por electrólisis de sales fundidas en muchísimo menos tiempo que con las prácticas ancestrales que se aplican en la actualidad y a un costo ambiental también menor.

El Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (Inquimae) conforma una parte esencial en el camino hacia una industria local y estratégica del litio.

Así lo explica el mismo especialista: “El método desarrollado para extraer litio de salmueras de salares de altura consiste en utilizar un reactor electroquímico con dos electrodos, uno selectivo a iones litio y el otro selectivo a iones cloruro. De tal modo que se pone en contacto salmuera, que contiene cloruros de litio, sodio, potasio, magnesio, etc., con los electrodos y pasa una corriente eléctrica por la cual se extraen los iones litio y cloruro en electrodos opuestos. En un segundo paso se reemplaza la salmuera por una solución de cloruro de litio de recuperación y se invierte la polaridad de los electrodos, resultando en la eliminación de cloruro y litio, respectivamente, y la solución se enriquece en cloruro de litio, no afectando el agua y los otros componentes de la salmuera”.

A diferencia de los métodos utilizados por las empresas radicadas en el norte argentino, el proceso diseñado por Calvo es limpio porque no requiere de reactivos químicos. A la vez, utiliza energía solar,

es rápido y altamente selectivo. El método reemplazará al proceso por evaporación que obtiene un gramo de litio por litro de salmuera, o sea millones de litros de agua que se pierden por cada tonelada de litio que se saca. Además, los minerales reciben un tratamiento con químicos contaminantes, dejando residuos de cloruro de sodio en el salar.

Otro aspecto interesante del trabajo de investigación es su articulación con otras iniciativas que fueron surgiendo desde diferentes instituciones y que hoy buscan aliarse para compartir el conocimiento generado y planificar líneas de trabajo en conjunto. El resultado de esta articulación será sin duda la creación en Jujuy del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas sobre el Litio y sus Aplicaciones. El proyecto ya está en marcha y se propone desarrollar la tecnología suficiente para poder purificar e integrar el litio en baterías que en el mercado internacional cuestan entre 20.000 y 25.000 dólares. El proyecto cuenta con la participación del gobierno provincial, la Universidad Nacional de Jujuy, el CONICET e Y-TEC. También contribuirán investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, de la Universidad Nacional de la Plata y de la Universidad Nacional de Córdoba.

Así resume Calvo el trabajo del Centro: “Tiene como objetivo desarrollar la ciencia y tecnología alrededor del litio, desde la geología, la extracción, su uso en baterías de ion litio para uso electrónico, las futuras baterías de litio aire que darán autonomía a automóviles eléctricos del futuro, sales y componentes de litio para baterías y para otros usos. También formara recursos humanos en relación a las tecnologías del litio”.

“A diferencia del petróleo, donde el país tiene amplia experiencia de muchas décadas, en la química del litio no hay tanta experiencia y, por lo tanto, desarrollar investigaciones y desarrollo de tecnología en este campo es muy importante. Construir una batería no es complicado, lo difícil es que en ciclos sucesivos conserve su capacidad de carga, debido a procesos químicos que deben entenderse y controlarse. Para dominar la tecnología de las baterías de litio como en otros países, debemos conocer más de materiales como carbones porosos, electroquímica de litio, de inserción de iones, óxidos mixtos de inserción de litio, control del tamaño de partículas de estos nano materiales, difusión, parámetros eléctricos, etc.”, subraya Ernesto Calvo, quien además es miembro del Consejo Científico Asesor de la Universidad de Jujuy, es profesor Titular de la UBA e investigador Superior de CONICET.

Los tiempos de la ciencia y de la industria claramente son distintos. Mientras la investigación madura en beneficios para un uso más sustentable de los recursos naturales, el litio es hoy un insumo urgente para el mercado. Así lo atestigua el anuncio reciente de inversiones públicas y privadas para la explotación de OLLAROZO, un salar de 300.000 hectáreas en la puna jujeña. “Actualmente, la única explotación comercial en escala es en Hombre Muerto, en Catamarca. Están comenzando otros salares y en forma incipiente, en OLLARAZ. Sin embargo, toda esta extracción termina en carbonato de litio de bajo valor agregado, seis dólares por kilogramo, que sale por el paso de Jama hacia el pacífico y se le da valor agregado en el exterior. Por esta razón, que el país tenga tecnologías modernas propias es estratégico”, concluye Calvo.

(Tomado de “Investigadores argentinos desarrollaron una técnica para la extracción de litio, más efectiva y amigable con el medio ambiente” Revista Energía Estratégica, 7 de enero del 2015).

9. IMPACTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS

Si bien la minería del Li no es una minería a cielo abierto y el material explotado no genera liberación efluentes tóxicos al medio, toda actividad humana genera un impacto en ambiente. Entre los posibles impactos podrían mencionarse los ocasionados por la utilización de vehículos y maquinaria de perforación tales como emisiones a la atmósfera de gases y material PARTICULADO; emisión de ruido y vibraciones. Por otro lado, la presencia en la zona de obreros y vehículos podría alterar temporalmente el hábitat de la fauna de la región. Otro tipo de impacto que podría generarse es el desencadenamiento o aceleración de la erosión de algunos sitios, principalmente asociados a caminos o a instalaciones de operación. En relación al agua extraída como salmuera, podría acelerarse el flujo de agua subterránea a partir de zonas aledañas a las salinas. El proyecto minero de extracción de litio- que implica el consumo de grandes cantidades de agua, así como el riesgo de salinización de las capas de agua dulce- en una zona desértica con escasos recursos hídricos, pone en riesgo directo la supervivencia de las comunidades en ese territorio. Más de 40 comunidades indígenas denuncian que no han sido consultadas sobre las concesiones mineras de sus propios territorios. Han declarado también que se oponen férreamente a cualquier tipo de mega emprendimiento que amenace con alterar sus ancestrales modos de vida, al mismo tiempo que exigen la entrega inmediata de sus títulos comunitarios, garantía de acceso al agua, identificación y protección de las cuencas hídricas subterráneas y superficiales, y la plena participación de las comunidades en la toma de decisiones. Esta situación no es aislada, si bien el territorio donde se emplaza el proyecto Fénix, en el Salar del Hombre Muerto, era propiedad de Fabricaciones Militares, la puja por la tierra y el acceso al agua se ve muy claramente en todos los otros casos de emprendimiento minero en todo el NOA.

Las actividades iniciales de exploración realizadas por algunas empresas mineras, evidencian este riesgo: Un hecho concreto que se puede mencionar es el ocurrido en el mes de febrero del 2014, el cual fue documentado por el Consejo de Organizaciones Aborígenes de Jujuy (COAJ), quien solicitó la realización de una inspección técnica en un área donde se habrían realizado actividades de prospección minera y/o hidrogeológica. El objetivo de la inspección solicitada fue constatar posibles afectaciones ambientales en las áreas de intervención. El área mencionada se ubica en las Salinas Grandes de la Provincia de Jujuy. Se realizó un recorrido de campo acompañados por integrantes de la Comunidad de Santuario de Tres Pozos. Las conclusiones a las que arriban, el Dr. en Biología Jorge GONNET y Dr. en Geología Aníbal MANZU, es que las perforaciones en el área con aparente objeto de prospección minera y/o HIDROGEOLÓGICA están generando impactos y/o riesgos sobre los niveles salinos superficiales y acuíferos. La perforación ubicada en la "Locación 1- analiza 2" presenta una condición de emergencia permanente de aguas de baja salinidad provenientes de acuíferos profundos. Esta situación está generando, de manera progresiva, la inundación del terreno en las inmediaciones, saturando el suelo. De persistir esta situación, tendrá notables consecuencias sobre el sistema salino y limitará la posibilidad de extracción de sales superficiales en los sectores afectados. Existe una elevada probabilidad en ambas locaciones de que se esté favoreciendo la difusión de sales desde el nivel freático superficial, de condición altamente salina, hacia acuíferos profundos de baja salinidad, concluyen. Entre las recomendaciones que efectúan: el sellado definitivo de los pozos mediante técnicas adecuadas que garanticen el cese de las condiciones de SURGENCIA de manera cierta que no existan posibilidades de interconexión entre niveles de agua HIPERSALINOS freáticos y profundos de menor salinidad. Realizar una denuncia urgente a las autoridades competentes de la provincia, vinculadas a Minería, Medio Ambiente y Recursos Hídricos sobre la situación generada. Se debe solicitar, además, que se accione administrativamente sobre los responsables de las situaciones analizadas y se garantice la completa recomposición ambiental del área afectada. Se debe constatar la presencia de situaciones similares de pozos abiertos en la zona, se analice su estado y se proceda a su manejo adecuado. Se debe solicitar a la autoridad minera provincial relativa a áreas de concesión minera otorgada en la región, empresas adjudicatarias, solicitudes generadas por las empresas, características de las obras, autorizaciones generadas desde la autoridad gubernamental, entre otras. En una publicación reciente se ha destacado la preocupación creciente de las comunidades indígenas.

En tanto, el Ministerio de Minería calcula que puede obtenerse litio por valor de US\$ 50.000 millones tan sólo en las salinas de la provincia de Jujuy, casi el mismo valor que el total de las reservas extranjeras del país. Sin embargo, para extraer ese litio -usado en baterías de celulares y autos eléctricos- es necesario la utilización de agua para preparar una salmuera espesa, que los grupos indígenas temen les destruirá su sustento tradicional de la recolección de sal.

En las Salinas Grandes, los pueblos indígenas desarrollan su vida en armonía con el medio ambiente, cuidando de no afectar el delicado equilibrio natural del que ellos mismos forman parte. Sin las salinas, condición necesaria de la existencia de las Comunidades indígenas, éstas desaparecerían. La mayoría de los miembros de las comunidades que reclaman, directamente trabajan o han trabajado en las salinas, que les han proveído de sustento por generaciones, antaño mediante el trueque y los viajes de intercambio, y luego como jornaleros en las cooperativas salineras o como producto que venden en los mercados regionales. Las salinas tal cual las conocen son parte de su historia e identidad. La explotación de la minería y la instalación de las construcciones aledañas a la producción con todo lo necesario para desarrollarla (conocida como “enclave” minero), y la afectación del uso del agua (con el absoluto desconocimiento de los permisos otorgados, las cantidades asignadas, y mucho menos el tipo de utilización y saneamiento de la misma por parte de las empresas) en una zona árida por excelencia, repercute en una forma especialmente dañosa para las Comunidades indígenas, radicadas desde tiempos inmemoriales en las zonas afectadas por tales emprendimientos (movidos, en general, por una lógica exclusivamente comercial). La cuestión del agua es un tema de vital importancia en toda esta cuenca. La mayoría de las comunidades vive de actividades pastoriles: cría de ovejas y llamas que complementan en algunos casos con sembradíos de pequeñas chacras. La sal es un complemento básico de sus economías de subsistencia, pues es el producto que les permite obtener otros recursos a través de su intercambio o venta. Esta cuenca hídrica de por sí delicada puede verse en peligro, al secarse vertientes, ojos de agua y Ciénegas o humedales, que son de vital importancia para el desarrollo de las economías locales de subsistencia y de las prácticas que hacen a la reproducción de la cultura e identidad andinas. La sal para las comunidades no es un recurso, sino que constituye un “ser vivo”: tiene un ciclo de crianza, al igual que las chacras. En los meses de octubre y noviembre de cada año se realiza la “siembra” mediante la construcción de “PILETONES”; a partir de diciembre y hasta febrero, período de lluvias, la sal se “cría” en los “PILETONES”; la “cosecha” se da desde marzo hasta mayo; a partir de este mes la sal se traslada hasta las instalaciones en donde la fraccionan para su comercialización. En agosto, se da de comer a la PACHAMAMA, a la Madre Tierra, siempre en el mismo lugar, pidiendo un buen año para la sal, con la ofrenda de comidas y bebidas. Así se renueva el ciclo de la sal, que conserva una periodicidad idéntica a las fases agrarias de la Quebrada, Puna y los Andes. La producción está repleta de ritualidades, de prácticas, de secretos que reproducen una cultura con modos IDENTITARIOS profundos y ancestrales, que definen una identidad cultural preexistente al Estado, y que son los que toda la normativa invocada protege. En torno al uso de la sal las comunidades guardan un conjunto de conocimientos aprendidos de sus mayores: reconocen diferentes tipos de sal (como alimento para los seres humanos, para los animales, como medicamento para diferentes dolencias). Las salinas es un espacio diverso en el cual conocen los sitios en donde las encuentran. El manejo sustentable de la misma ha sido una concepción ancestral de las comunidades, evitando la extracción incontrolada de la sal.

Esta ritualidad como herencia ancestral de los mayores, se ve ignorada, vulnerada y desterrada con las modernas prácticas de extracción de mineral, que privilegian la tecnología y desprecian la mano de obra para maximizar ganancias, sin importar las consecuencias que modifican, agreden y degradan espacios de recreación de antiguas prácticas culturales. A esta realidad se agrega la ausencia del Estado como contralor, su complacencia con las empresas extractivas, el sobreuso y posible contaminación de los cursos de agua, la pérdida de territorios, etc. Muchas actividades mineras obligan a la relocalización de casas y corrales. En este sentido debe tenerse en cuenta que las familias originarias tienen un lugar determinado para su PACHAMAMA, para ofrendarla y challarla todos los años; este lugar no cambia, siempre es el mismo por generaciones; mudar este sitio sagrado es atentar

contra la cosmovisión profunda de las comunidades y puede significarles un daño profundo en sus creencias y vivencias, amparadas por toda la normativa vigente. Este lugar es donde se han hincado sus abuelos y padres, para agradecer, pedir y compartir; este lugar no tiene un precio económico. Para las comunidades los “ojos de agua” (vertientes) son autoridades que hay que respetar, porque son fuente de vida, para tocarlos antes hay que challarlos, pedirles permiso. Todo es parte de su cosmovisión, atentar contra ella implica para la comunidad la posibilidad de sufrir males; entonces no es un recurso económico, y esto también debe respetarse. Podrían darse muchos ejemplos más: los pueblos vislumbran si va a ser año de lluvia cuando algún cerro determinado está nevado, porque aunque no esté dentro de las tierras efectivamente ocupadas, forma parte de un territorio o hábitat que les da señales y les permite proyectar cómo será el año. Existe además una relación afectuosa y de familia con todo su entorno natural. Por las señas que brindan animales silvestres como el puma o el zorro saben cómo será el año, si seco o lluvioso; también las plantas silvestres con su floración advierten cómo será el clima. El mismo clima es familia, es común escuchar que la granizada castigó algunos cultivos y otros no, porque tiene su camino. Esta relación íntima con el medio natural es la que debe respetarse, y cualquier intervención del Estado o de particulares, más allá del tema minero, debe realizarse en conversación y respeto a esta cultura en un plano de igualdad de derechos, debiendo recrearse espacios institucionales con profesionales que la conozcan y comprendan, previamente a realizar cualquier intervención. Si se priva a estas comunidades del acceso al agua para sus haciendas, pasturas y chacras, se les priva de sus espacios de reproducción cultural, lo cual deja de ser un tema meramente económico, y aunque el daño se pueda resarcir económicamente, la pérdida de estos espacios de reproducción cultural puede significar la muerte de su identidad-

(Tomado de “Litio la paradoja de la abundancia” Informe preliminar de la Red de Asistencia Jurídica contra la MEGAMINERÍA).

10. LOS PRECIOS

A diferencia de lo que ocurre con otros metales y COMMODITIES, el del litio es un mercado joven en el que participan pocos actores por lo que aún no cuenta con una cotización en el mercado bursátil. Por otra parte, el litio se comercializa en múltiples formas con diferente grado de contenido: concentrado de ESPODUMENO; concentrado de ESPODUMENO clase vidrio; carbonatos, óxidos, hidróxidos y cloruros de litio, entre otros. El porcentaje de litio contenido en estos derivados puede oscilar desde el 1,5% (en rocas duras) hasta más del 45% (en el óxido de litio). Los precios se referencian en base a los contratos de compra/venta y los que surgen de la exportación e importación. El precio de referencia en el mercado, por tratarse de la forma más comercializada, es el de la tonelada de carbonato de litio equivalente (LCE5).

Los precios del litio han escalado especialmente en el último año y medio, promediando en 2016 los 7.475 USD por tonelada de LCE y superando en la segunda parte del año los 9.000 USD/t. La demanda fue impulsada por el mercado de baterías, de la mano del auge de dispositivos electrónicos portátiles pero especialmente por la irrupción de autos híbridos y eléctricos, cuyas baterías requieren unas 10.000 veces más mineral de litio que un SMARTPHONE.

En la evolución del precio del LCE de los últimos años se observan altibajos. A principios de la década del 2000 y hasta la crisis SUBPRIME del año 2008, el litio acompañó la tendencia al alza del resto de los COMMODITIES, (período conocido como el “boom de los COMMODITIES”). Este incremento en el precio llevó a una expansión de la oferta; Australia dobló su capacidad entre 2009 y 2011, hubo expansiones en los salares de Chile y Argentina y aumentó la capacidad de conversión de concentrados en China para el procesamiento del ESPODUMENO australiano. Luego de la crisis, con el estancamiento de la economía, estas expansiones llevaron a una sobreoferta que mantuvo relativamente estables los precios hasta mediados de 2015.

En 2015 comenzaron a observarse tensiones en el mercado y ciertas dificultades de abastecimiento que dieron un nuevo impulso a los precios. El año 2016 fue deficitario y la respuesta de la oferta no es inmediata. Un proyecto en salar, dados los tiempos de evaporación de las piletas de concentración, requiere unos 3 años de plazo hasta alcanzar la capacidad plena.

En la evolución reciente de los precios, observando los derivados de grado batería5, estos alcanzaron valores de casi 30.000 USD por tonelada, para luego retornar a valores de fines de 2015. Este incremento estuvo relacionado con restricciones coyunturales en la oferta, una menor disponibilidad de ESPODUMENO australiano y problemas sindicales en el puerto chileno de Antofagasta (punto de embarque del carbonato de los salares). La producción del Salar de OLAROS, en Argentina, que representó en 2016 el 6% de la oferta mundial contribuyó a equilibrar el mercado.

(Tomado de “El Mercado del Litio: Situación actual y Perspectivas” Ministerio de Energía y Minas Argentina, Marzo 2017).

11. EL LITIO EN ARGENTINA

La presencia de minerales económicos de litio (ESPODUMENO, entre otros) en Argentina fue comprobada alrededor del año 1935, hecho que aconteció en la provincia de San Luis con motivo de la búsqueda y explotación de pegmatitas portadoras de berilo, asiduo acompañante de aquéllos. Desde su descubrimiento en San Luis el ESPODUMENO se ha aprovechado tanto en explotaciones orientadas casi exclusivamente a litio, como también en forma de subproducto de la extracción de otros, principalmente berilo, feldespatos y cuarzo.

La producción de minerales de litio se registra por primera vez en 1936. En el transcurso de 26 años que median desde que se inició la extracción de los minerales LITIFEROS hasta el año 1960 inclusive, se exportaron un total de 518 toneladas con leyes de 5-6% Li₂O (óxido de litio). El destino casi exclusivo de estas exportaciones fue EEUU.

En 1966 comenzó la extracción económica del litio en salmueras en Nevada, EEUU; como requerimiento estratégico de la industria militar y aeroespacial. Al reducir los costos del proceso de extracción, gran parte de los depósitos minerales dejaron de ser competitivos y debieron cerrar, quedando activos aquellos de mayor concentración. Hacia fines del siglo XX, con el aumento de la demanda de litio, la extracción desde salares se expandió a Sudamérica, en Chile y Argentina.

En 1991, FMC LITHIUM comienza a abastecer de carbonato de litio a Sony ELECTRONICS para la primera producción de baterías de litio-cobalto. Cuatro años después adquiere los derechos para la explotación de litio en el Salar del Hombre Muerto, Catamarca, y en 1997 comienza a producir y exportar derivados de litio (Cloruro y Carbonato).

Durante casi 20 años, el Salar del Hombre Muerto, con una capacidad actual de 17.000 toneladas por año (TPA) de LCE, fue la única salmuera en producción de litio en Argentina.

En Salar del Rincón, Salta; ENIRGI GROUP construyó en marzo de 2011 una planta piloto que produce pequeñas cantidades pero aún no ha pasado a la etapa de producción comercial

En abril de 2015, inicia la producción OROCOBRE en el Salar de OLAROS, Jujuy; que se espera alcance producción plena (17.500 TPA) en 2017. Como fue mencionado, OLAROS marca un hito al tratarse de un volumen considerable (6% de la oferta mundial en 2016) fuera de las principales cuatro compañías en el mercado.

El litio representa una importante fuente de divisas para el país. En 2016 las exportaciones ascendieron a 191,1 millones de dólares, un incremento del 111% respecto de 2015. El diferencial se explica en un incremento del 50,7% en los volúmenes exportados (principalmente por la producción de OLAROS) y un alza del 45,3% en los precios. De mantenerse la tendencia en los precios y ponerse en marcha algunos de los proyectos en desarrollo, las exportaciones de derivados de litio podrían superar los 800 millones de dólares en los próximos años

El destino de las exportaciones argentinas es principalmente Estados Unidos aunque en los últimos años la participación de China ha ido en ascenso.

A comienzos de 2017, la capacidad total instalada en Argentina es de 35.500 TPA de LCE. Según se desprende de información pública de los operadores, OROCOBRE (operadora de OLAROS) planea para los próximos años duplicar su capacidad desde las 17.500 actuales hasta las 35.000–42.500, aprovechando la infraestructura actual. Al mismo tiempo, existen varios proyectos con diferente grado de avance que podrían estar operando en los próximos 5 años, entre los que se destacan:

LITHIUM AMERICAS junto con SQM y JEMSE, construyen en el Salar de CAUCHARÍ una planta de litio-potasio con una capacidad de 25.000 TPA que estaría produciendo en 2019. Una segunda etapa proyectada sumaría 25.000 TPA adicionales.

- GALAXY RESOURCES proyecta construir en el Salar del Hombre Muerto una planta que estaría produciendo 25.000 TPA en una primera fase hacia 2020
- ERAMET finalizó los estudios en los salares de Centenario y Ratones para la construcción de una planta de 20.000 TPA
- ENIRGIE GROUP (operadora de Salar del Rincón) posee una planta piloto de 1.200 TPA, busca financiamiento para construir una planta con capacidad de 20.000 TPA

Además de estos proyectos más avanzados, en Argentina existen además 5 proyectos en etapa de exploración avanzada, 12 en exploración inicial y otros 17 en etapa de prospección.

Cada proyecto (con capacidad de 20.000 TPA) requiere en promedio unos 350 millones de dólares de inversión y emplea en su construcción entre 400 y 600 personas. A su vez, para la operación, genera alrededor de 200 fuentes de trabajo permanentes, entre mano de obra directa e indirecta. La operación de un proyecto de litio tiene un horizonte aproximado de 40 años.

Además del potencial en salares, el país cuenta con varios distritos **PEGMATÍTICOS** con enriquecimiento en Litio que se ubican en mayor proporción en la provincia de San Luis, en menor proporción en la provincia de Córdoba y en estudio en las provincias de Catamarca y Salta. Entre los distritos se destacan los siguientes

- En San Luis, la empresa LATIN RESOURCES Ltd. se encuentra realizando tareas de exploración en el Distrito “La ESTANZUELA”, ubicado en las sierras de TILISARAO, La ESTANZUELA y El Portezuelo, del departamento Chacabuco, y han sido explotadas históricamente por litio, tantalio, berilo y, por feldespatos y cuarzo.
- En Catamarca, son 6 grupos: UNQUILLO, COYAGAST, Corpus Yaco, VILISMÁN, El Taco y Santa Bárbara; ubicados en la Sierra de ANCASTI, al este de la capital provincial. La empresa LATIN RESOURCES LTD se encuentra realizando tareas de exploración en las pegmatitas del grupo VILISMÁN con el nombre de proyecto VILISMÁN y ANCASTI
- En Córdoba, la empresa DARK HORSE RESOURCES se encuentra realizando tareas de exploración en Mina Las Tapias, en el Distrito ALTAUTINA
- En Salta, la empresa Centenera MIING CORPORATION está realizando tareas de exploración de Litio en las minas El Quemado y Santa Elena, dentro del Distrito “El Quemado”

En mayo de 2016, la empresa de tecnología Y-TEC (YPF 51%, CONICET 49%) firmó un acuerdo con la fabricante de baterías italiana FIB-FAAM y la empresa JEMSE20, por el cual se busca instalar una planta de celdas de litio en el país. La inversión estimada es de 60 millones de dólares y se espera que la planta, con una capacidad de 96 MWH de potencia, esté lista en 2018. El requerimiento de carbonato de litio para dicha producción se estima en 68,6 toneladas de LCE anuales, que equivalen a menos de un día de la producción actual argentina.

En cuanto a la seguridad de abastecimiento de litio para el mercado argentino su disponibilidad es abundante, tanto la producción actual como las reservas podrían satisfacer suficientemente las necesidades actuales o futuras. En el mercado automotor, proyectando una penetración del 5% de

vehículos eléctricos fabricados en el país hacia 2020 (unas 35 mil unidades), podría abastecerse con menos del 3% de la producción actual de LCE. Las reservas argentinas (menos de un tercio de sus recursos) serían suficientes para producir 425.000.000 vehículos. Como referencia, GIGAFACTORY (planta en construcción de Tesla) planea producir, hacia 2018, 500.000 unidades al año.

Para uso nuclear, en un hipotético escenario de reemplazo del parque de generación nucleoelectrico argentino (en base a fisión nuclear) por uno de fusión (tecnología que no estaría disponible hasta dentro de 50 años) el requerimiento de litio para generar 1,755 GW de potencia (centrales ATUCHA I y II y Embalse) sería de 33,6 toneladas de LCE, un 0,11% de la producción actual.

(Tomado de “El Mercado del Litio: Situación actual y Perspectivas” Ministerio de Energía y Minas Argentina, Marzo 2017).

12. ¿QUÉ HACER EN ARGENTINA?

Considerando:

- Que este metal será esencial para el funcionamiento de los automotores eléctricos en un futuro no muy lejano
- Que Argentina dispone de importantes reservas que la sitúan en el tercer lugar en el mundo
- Que la extracción del Litio e industrialización para la fabricación de baterías es una tecnología accesible a los conocimientos existentes en el sistema de ciencia y técnica y de las empresas de tecnología argentinas (Ver en este aspecto el punto 8.3 de este documento)

Parece imprescindible declarar al litio como mineral estratégico y el Estado obrar en consecuencia en cuanto a la disponibilidad de las reservas

Así como en los años 50 del siglo pasado, científicos y políticos argentinos hicieron del desarrollo de la energía nuclear una cuestión de estado y el país fue capaz de controlar toda la cadena de la industria nuclear convirtiéndose en uno de los 10 países más importantes del mundo en este tema, hacer lo mismo con el Litio

A comienzos del 2019 parecería que la estrategia sería exportar el mineral casi en bruto, luego de la obtención del carbonato o el hidróxido. El kilo de carbonato de litio vale uno 6 dólares y una batería entre 20000 y 30000.

Las actividades extractivas están casi en su totalidad en manos de empresas extranjeras que quieren la materia prima para industrializarla en sus países o en los países centrales.

En algunas provincias parecería existir la idea de fabricar las baterías, pero esto no puede ser una decisión provincial, tiene que ser nacional con amplia participación de las provincias donde existe el recurso

Quizá sería conveniente coordinar las acciones con los Estados de Bolivia y de Chile.

Pero es una condición necesaria para extraer el litio tanto de las salinas como de los minerales conseguir la licencia social de la población que vive en los lugares de explotación y usar técnicas más amigables con el ambiente como las propuestas en el punto 8.3 de este documento.

Que esta no sea otra oportunidad perdida.

13. BIBLIOGRAFÍA

Como ya se indicó, esta es una recopilación y en el texto del Documento se indican en cursiva las referencias de los autores y los respectivos trabajos.