

# Situación actual y perspectivas

Marzo 2017

Informe especial



## Mercado de Litio



Ministerio de Energía y Minería  
Presidencia de la Nación

Dirección de Economía Minera  
Dirección Nacional de Promoción Minera  
Subsecretaría de Desarrollo Minero  
Secretaría de Minería



## Autoridades

### **Ministro de Energía y Minería**

Ing. Juan José Aranguren

### **Secretario de Minería**

Lic. Daniel Meilán

### **Subsecretario de Desarrollo Minero**

Ing. Mario Capello

### **Director Nacional de Promoción Minera**

Geol. CP. Daniel Jerez

### **Director de Economía Minera**

Lic. Horacio Lazarte

## Equipo de trabajo

Lic. Víctor Delbuono, Lic. Geol. Tay Such, Geol. Emilio Toledo, Geol. CP. Daniel Jerez



# Litio

## Informe especial

Marzo 2017

### Resumen ejecutivo

El mercado internacional del litio se encuentra en un ciclo ascendente, cuyo ritmo se ha acelerado en los últimos años, especialmente debido a la demanda de baterías para distintas aplicaciones. Dados los tiempos requeridos para poner en marcha proyectos de gran escala, la oferta no alcanzó a dar una respuesta inmediata, generando fricciones en el mercado que incidieron considerablemente en los precios. La tonelada de carbonato de litio dio cuenta de un incremento del 48,02% al pasar de un promedio de 5.050 USD en 2014 a 7.475 USD en 2016, con picos en el segundo semestre del año que superaron los 9.000 USD.

La demanda global de litio metálico en 2016 fue de 37.800 toneladas (201.000 t LCE), un 13,5% mayor a la de 2015. El uso del litio en baterías, con un 39% del mercado, desplazó del histórico primer lugar al de cerámica y vidrio, y se espera que para el 2025 represente más de dos tercios de la demanda. En este aspecto, se vislumbra atractivo el potencial de los salares sudamericanos, que poseen costos competitivos y gran disponibilidad de recursos.

Argentina fue el país productor más dinámico de los últimos años al pasar, en 2016, del 11% al 16% de participación en el mercado de derivados de litio y dados los proyectos en cartera, puede ser protagonista en un ciclo alcista de los precios. La oportunidad actual radica en desarrollar tanto proyectos en cartera como nuevos en la ola del ciclo, y así tomar la delantera frente al posible ingreso de otros proyectos mundiales, teniendo en cuenta también, que el reciclado comience a aportar un volumen de importancia en el futuro.

Actualmente existen dos proyectos en producción en el país: el Salar del Hombre Muerto/Mina Fénix, que produce desde 1997 en Catamarca; y el Salar de Olaroz en Jujuy que alcanzaría capacidad plena en 2017 tras un año y medio de producción en ascenso. En 2016, Olaroz representó el 6% de la producción mundial y marcó un hito al tratarse del primer proyecto greenfield (“desde cero”) en salmueras tras 19 años. Si consideramos que se materialicen 4 de los proyectos que se encuentran más avanzados, sumándole la ampliación programada por Olaroz, se incorporarían 110.000 toneladas (t) nominales a la actual producción. Esto implica inversiones por 1.500 millones USD y exportaciones anuales (considerando USD 8.000 t), por unos 880 millones USD.

Argentina se encuentra en cuarto lugar en cantidad de reservas probadas de litio, aunque dependiendo de las fuentes, puede aparecer tercero, y posee entre el 25% y 30% de los potenciales recursos del denominado “triángulo del litio” (integrado junto a Bolivia y Chile). El país cuenta además con yacimientos de litio en pegmatitas en etapa de exploración. Esta potencialidad geológica se complementa con un marco legal atractivo y mano de obra calificada.



## Abstract

The Lithium international market is in an upward cycle, whose growth rate has accelerated in recent years, mainly due to the requirement in portable batteries for various appliances. Because of the time required to set up a large-scale project, the supply could not react immediately, causing some frictions in the market that triggered prices. The tonne of lithium carbonate increased a 48.02% its value, from an average of 5,050 usd in 2014 to one of 7,475 in 2016, with peaks in the second half of the year that exceeded 9,000 usd.

Global demand of metallic lithium in 2016 was 37,800 tonnes (201.000 t LCE), up 13.5% on that of 2015. The use in batteries, with 39% of the market, shifted from the historic first place the use in ceramics and glass, and, by 2025, it is expected to surpass the two-thirds of demand. In this respect, we foresee the potential of South American's brines, which have competitive costs and great availability of resources.

Argentina was the most dynamic producer of lithium derivatives in recent years, going from 11% market share in 2015 to 16% in 2016, and along with the projects under development, the country may play a big role in an upward price cycle. The current opportunity lies in developing new projects, before the existing gap in demand and the upward cycle closes, before other global projects emerge, and recycling became significant.

Nowadays, there are two operating projects in the county: the "Hombre Muerto" / "Mina Fenix" brine, producing since 1997 in Catamarca, and the Olaroz brine, in Jujuy that would reach full capacity in 2017 after a year and a half of ramping-up production. In 2016, Olaroz accounted for 6% of world production and stand out for being the first brine greenfield project in 19 years. The projects under construction in the country could more than triple current production and would mean investments for 1.500 MM USD and more than 800 MM USD in exports.

Argentina is the fourth country in terms of proven lithium reserves, although depending on the sources, you may see third, and owns between 25% and 30% of the potential resources of the so-called "lithium triangle" (integrated with Bolivia and Chile). The country has also pegmatitic deposits under study for mineral exploitation. An attractive legal framework along with its skilled workforce complement the geological potential.



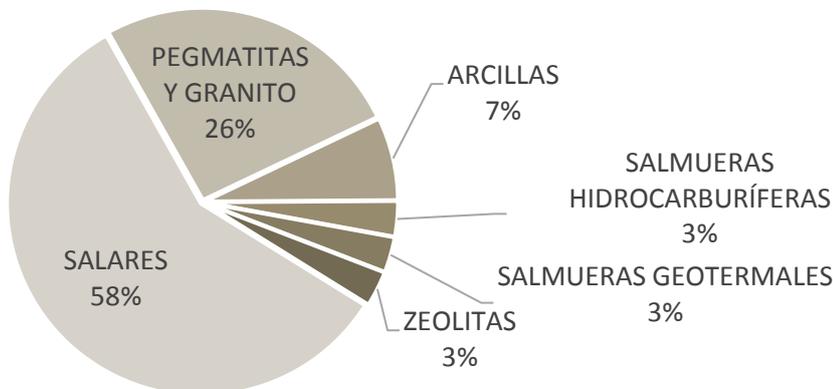
## Introducción

El litio, de símbolo químico Li y número atómico 3, es el primer metal de la tabla periódica. Con una gravedad específica de 0,534; es el metal más liviano de todos. En su forma pura es un metal blando, de color plateado a blanco, pero como es altamente reactivo nunca se encuentra de esta manera en la naturaleza. Aparece en la mayoría de las rocas como un elemento traza con una concentración media en la corteza continental terrestre de 20 partes por millón (ppm)<sup>1</sup>.

## Fuentes de Litio

Las fuentes potenciales de litio se dividen en: salmueras de cuencas cerradas (salares), 58%; pegmatitas y granitos asociados, 26%; arcillas enriquecidas en litio, 7%; salmueras de cuencas petroleras, 3%; salmueras geotermales, 3%; y zeolitas enriquecidas en litio, 3%.<sup>2</sup>

Gráfico 1: DISTRIBUCIÓN DE LAS RESERVAS DE LITIO POR FUENTE (2016)



Fuente: Elaboración propia con base en USGS

<sup>1</sup> Como ejemplo, en el Salar de Atacama, en Chile (considerado el de mayor calidad a nivel mundial), la concentración varía desde 600 a 5.000 ppm con una distribución promedio de 1.500 ppm, mientras que en los océanos la concentración promedio es de 0,17 ppm.

<sup>2</sup> Entre estas fuentes no se consideran fuentes teóricas como el agua de mar (que sería una fuente prácticamente inagotable de existir una vía de extracción económica y de bajo impacto ambiental) o los depósitos de Jadarita descubiertos en Serbia en 2006, de los cuales se conoce el contenido de litio pero aún no existe un método a escala para la separación del mismo.



Los salares son en la actualidad la fuente más importante de litio. Este metal se presenta disuelto en concentraciones de hasta algunas miles de partes por millón en las aguas subterráneas de zonas desérticas, y en lagos salinos, ubicadas generalmente en cuencas cerradas de regiones áridas y tectónicamente activas. El litio allí presente proviene de la meteorización de las rocas (mayormente volcánicas) circundantes que lo contienen en cantidades traza. El litio contenido en las salmueras subterráneas de estos salares, es extraído de esos depósitos mediante bombeo hacia la superficie, luego es concentrado por evaporación solar en una serie de piletas. Esta solución enriquecida es luego procesada para formar, principalmente, carbonato de litio o hidróxido de litio. Los principales productores a partir de este tipo de depósitos son Chile, Argentina, China y Estados Unidos. Bolivia cuenta con grandes recursos en sus salares pero hasta ahora sólo se han puesto en producción algunas plantas piloto con ínfimas producciones, bajo la administración de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos.

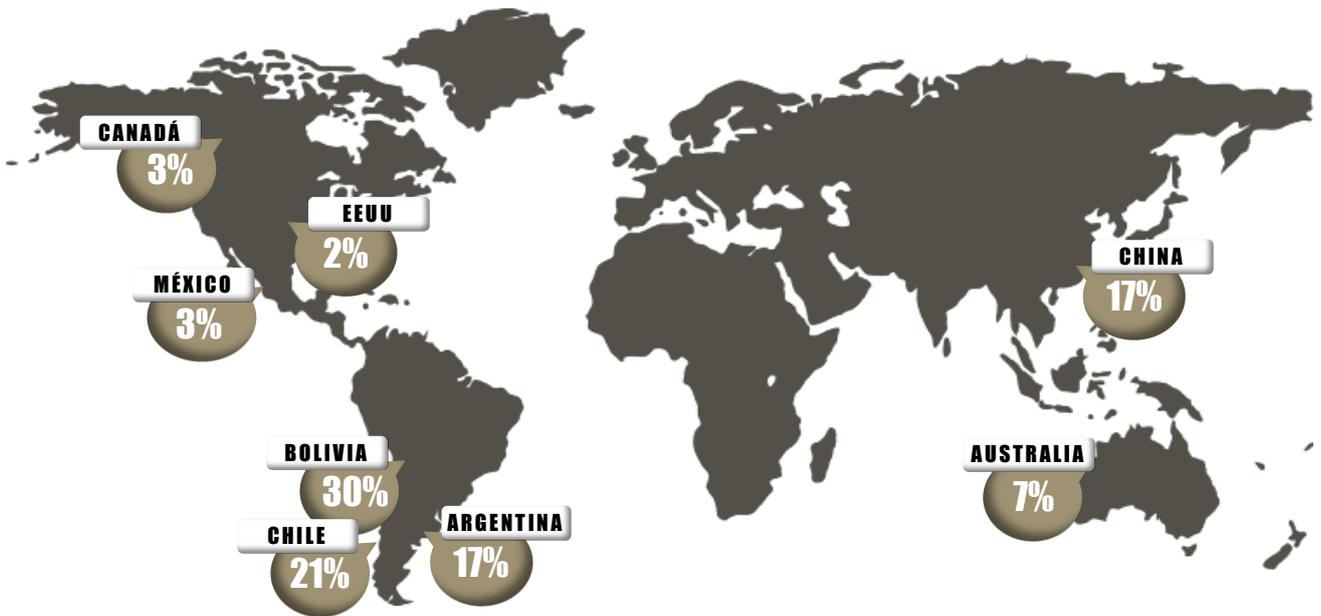
Las pegmatitas son un tipo de granito caracterizadas por sus grandes cristales de cuarzo, feldespato y mica. Algunas pegmatitas (denominadas LCT) están enriquecidas en elementos raros, litio, cesio y tantalio. Dentro de este grupo el espodumeno es el mineral más importante desde el punto de vista económico, seguido por petalita, lepidolita, ambligonita y eucriptita. En el mundo hay cientos de pegmatitas de tipo LCT pero sólo algunas de las más grandes están actualmente produciendo litio. Son explotadas a cielo abierto o de manera subterránea. La producción en este tipo de yacimientos se encuentra fundamentalmente en Australia y en menor proporción en Zimbabwe, Brasil, China y Portugal.

Las fuentes potenciales de litio están constituidas por salmueras de pozos petrolíferos, de campos geotermales y depósitos de arcillas ricas en litio. En los EE.UU. se han identificado varias salmueras asociadas a campos petrolíferos con contenidos importantes de litio. Sin embargo, la complejidad química de estas salmueras no las hace atractivas como fuentes de este elemento, mientras no se desarrollen tecnologías adecuadas. En cuanto a los campos geotermales, éstos también presentan dificultades para su aprovechamiento por diversas razones: a) concentraciones relativamente bajas; b) altas temperaturas de las soluciones; y c) la presencia de cantidades relativamente altas de otros minerales tales como hierro, manganeso, sílice, zinc, plomo, magnesio, etc. Por último, las arcillas ricas en litio pueden dividirse en dos tipos: a) arcillas en las cuales el litio forma parte de la estructura cristalina, como es el caso del mineral de arcilla llamado hectorita; y b) arcillas en las cuales el litio resulta de un enriquecimiento secundario, por efecto del movimiento de aguas termales o subterráneas.

La distribución geográfica de las fuentes mencionadas es variada, destacándose el denominado “triángulo del litio” donde se ubican los salares de Argentina, Bolivia y Chile que representan en conjunto más del 80% de los recursos en salares y más del 60% de los recursos totales.



Gráfico 2: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PRINCIPALES RECURSOS DE LITIO



Fuente: Elaboración propia con base en información pública provista por organismos oficiales y compañías mineras, complementada con datos provenientes de USGS\*. Se consideran Recursos medidos e indicados.

\*USGS estima 2,9 millones de ton de recursos de Litio metálico para EEUU pero se desconocen los proyectos y parámetros utilizados para los cálculos. La estimación se realiza en base a información de compañías mineras y totaliza 0,56 millones ton Li.

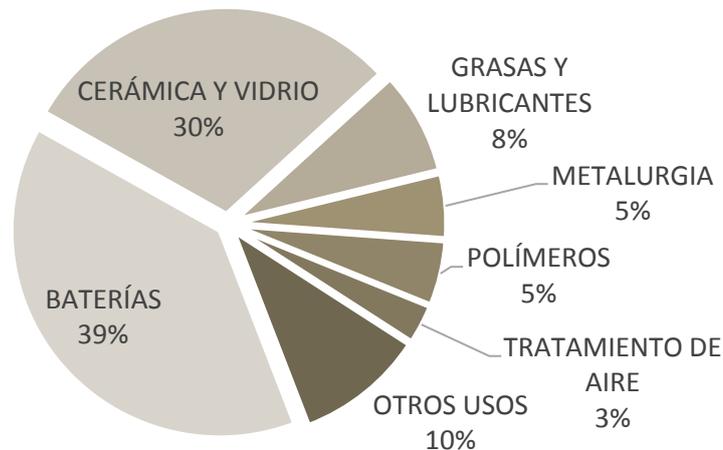
## Usos del Litio

El litio posee diversos usos, el más extendido es en baterías<sup>3</sup>(39%): teléfonos celulares, computadoras portátiles, herramientas eléctricas y vehículos híbridos o eléctricos, entre otros. Hay otras aplicaciones no tan conocidas pero de importancia, como agregado en vidrios y cerámicas (30%) para hacerlos más resistentes a los cambios de temperatura. Se emplea también en grasas y aceites que resisten calor (8%). En aleaciones junto a aluminio y cobre para alivianar componentes estructurales de la industria aeronáutica (5%). En la elaboración de polímeros (5%). Filtros de aire (3%). Otros usos (10%) entre los que se destaca el medicinal, en psicofármacos como estabilizante del ánimo.

<sup>3</sup> 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 procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Entre sus principales características se encuentra la ligereza de sus componentes, elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, ausencia de efecto memoria o su capacidad para operar con un elevado número de ciclos de regeneración.



Gráfico 3: USOS FINALES DEL LITIO (2016)



Fuente: Elaboración propia con base en USGS

El uso del litio en baterías recargables para la industria automotriz constituye un beneficio potencial para la población mundial y el medio ambiente, ya que las mismas harían posible que los automóviles utilicen energía de fuentes renovables libres de carbono (por ejemplo, solar, hidroeléctrica o eólica) en lugar de nafta o diesel, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono, responsable del calentamiento global. A su vez, la huella de carbono de la producción de carbonato de litio es menor que en otros minerales, dado que gran parte de la energía utilizada en la concentración del litio en los salares es energía solar (en las piletas de evaporación de la primeras etapas del proceso).

## 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



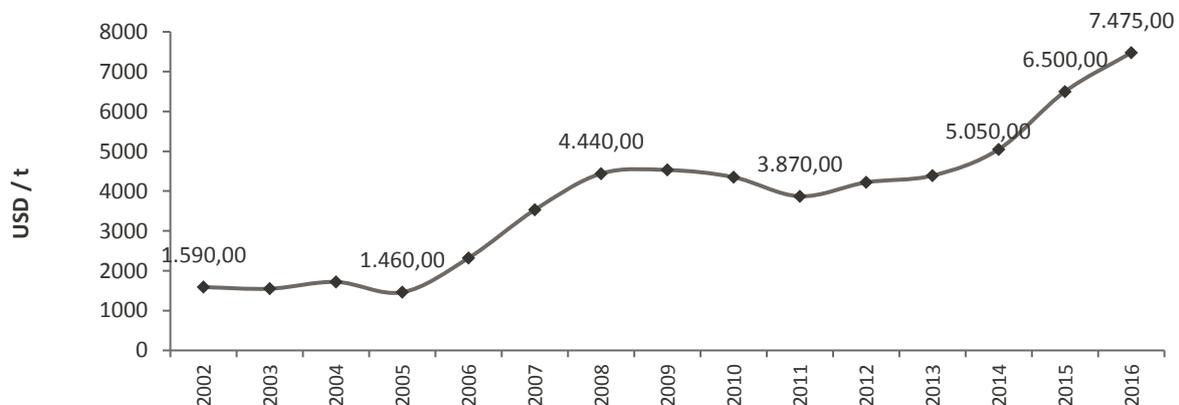
litio por año, correspondiente a cerca de 50.000 toneladas de LCE (carbonato de litio equivalente), un cuarto de la producción mundial actual.

## Panorama Internacional

A diferencia de lo que ocurre con otros metales y *commodities*, el del litio es un mercado joven en el que participan pocos actores<sup>4</sup> 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 (LCE<sup>5</sup>).

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*.

Gráfico 4: EVOLUCIÓN PRECIO ANUAL CARBONATO DE LITIO (USD POR TONELADA)



Fuente: Elaboración propia con base en USGS, AsianMetals y Metalary.com

<sup>4</sup> Cuatro empresas producen más del 80% del litio mundial: Albemarle, SQM, FMC y Tianqi. A su vez, unas 10 empresas (Panasonic, Samsung SDI, LG Chem, entre otras) concentran el 90% del mercado de baterías. En varios casos, estas últimas participan directamente (como parte accionaria) en las empresas productoras para asegurar la disponibilidad del insumo.

<sup>5</sup>Carbonato de litio equivalente. Su fórmula química es  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y el contenido de litio metálico del 18,79%.

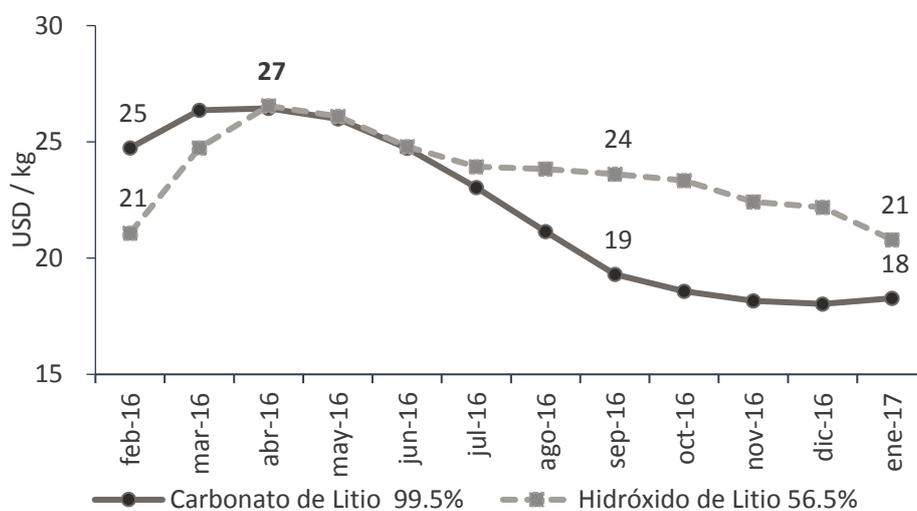


En la evolución del precio del LCE de los últimos años se observan altibajos. A principios de la década del 2000 y hasta la crisis *subprime* del año 2008, el litio acompañó la tendencia al alza del resto de los *commodities*, (período conocido como el “boom de los *commodities*”). Este incremento en 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 batería<sup>5</sup>, 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 Olaroz, en Argentina, que representó en 2016 el 6% de la oferta mundial<sup>6</sup> contribuyó a equilibrar el mercado.

Gráfico 5: EVOLUCIÓN PRECIO MENSUAL DERIVADOS DE LITIO GRADO BATERÍA (USD por kg)



Fuente: Elaboración propia con base en *AsianMetals*

<sup>5</sup> Los derivados grado baterías requieren la reducción de otros elementos asociados al litio, como el magnesio o el sodio, hasta alcanzar niveles de pureza del 99,95%. El LCE producido en el Salar de Atacama posee por ejemplo un contenido de 0,04% de Sodio (Na), que debe ser reducido a menos del 0,0002% para ser utilizado en baterías. En usos específicos el carbonato requerido debe alcanzar una pureza del 99,995%.

<sup>6</sup> En abril de 2015 inició su producción comercial y alcanzó en ese año una décima parte del volumen de 2016.



## Oferta

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*<sup>7</sup> 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 Chemetall<sup>8</sup>.

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 Olaroz (11.845 toneladas de LCE en 2016). El proyecto Olaroz, operado por Orocobre<sup>9</sup> 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<sup>10</sup>, que también aumentó su producción en 2016.

Tabla 1: EVOLUCIÓN EXTRACCIÓN MUNDIAL DE LITIO (LCE)

País	2012	2013	2014	2015	2016	Variación 2016/15 en %	Participación en 2016
<b>Total Li*</b>	<b>33.380</b>	<b>31.240</b>	<b>33.940</b>	<b>32.530</b>	<b>36.170</b>	↑ 11%	100%
<b>Total LCE</b>	<b>177.648</b>	<b>166.259</b>	<b>180.628</b>	<b>173.124</b>	<b>192.496</b>	↑ 11%	100%
Australia	69.186	67.589	69.186	75.040	76.104	1%	40%
Chile	69.186	59.606	68.654	55.881	63.864	14%	33%
<b>Argentina</b>	<b>14.369</b>	<b>13.305</b>	<b>15.434</b>	<b>19.159</b>	<b>30.335</b>	↑ 58%	16%
China	10.644 <sup>e</sup>	10.644 <sup>e</sup>	12.241	11.708	10.644	-9%	6%
Zimbabue	2.661	5.322	5.322	4.790	4.790	0%	2%
EEUU	4.630 <sup>e</sup>	4.630	4.630 <sup>e</sup>	4.630 <sup>e</sup>	4.630 <sup>e</sup>	0%	2%
Portugal	4.364	3.034	3.034	1.064	1.064	0%	1%
Brasil	2.608	2.129	2.129	852	1.064	25%	1%

Fuente: Elaboración propia con base en USGS | <sup>e</sup>Números estimados para la producción de China previo a 2014 y de EEUU todos salvo 2013. | \* Un (1) kilogramo de Carbonato de Litio contiene 0,188 kg de Litio metálico.

<sup>7</sup>*Greenbushes* es controlada por Tianqi Group (China) tras adquirir el 51% a Albemarle (EEUU), propietaria de Rockwood que conserva el 49% restante.

<sup>8</sup>SQM, Sociedad Química y Minera de Chile, de capitales privados tras su privatización en la década del '80. SCL Chemetall compañía perteneciente a Rockwood, parte del grupo Albemarle. En 1980 se refiere a que solo dos empresas (SQM y SCL) están autorizadas en la actualidad para la producción de litio en el Salar de Atacama, en la modalidad de arriendo de las pertenencias de CORFO. Así mismo, el contrato establecido con estas empresas no permite arrendar las pertenencias restantes de CORFO en el Salar, a otros interesados.

<sup>9</sup>Orocobre posee el 66,5% de participación en el proyecto, Toyota Tsusho Corporation (TTC), 25,0%; y Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE), 8,5%.

<sup>10</sup>FMC Lithium produce desde 1997 en el Salar del Hombre Muerto, también conocido como Mina Fénix, ubicado en la frontera entre Catamarca y Salta.



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 *SilverPeak*<sup>11</sup> en Nevada (de baja concentración en relación a los salares sudamericanos).

Las reservas mundiales de litio se estiman en 76,47 millones de t LCE. Más del 80% de las mismas se concentran en salares, aunque si se consideran los recursos, el potencial de diversas fuentes (pegmatitas, arcillas y otros; ver [Gráfico 1](#)) para la explotación de litio determina una distribución más equilibrada. Las actuales reservas se concentran en Chile en un 49,8% (mayoritariamente en el Salar de Atacama, seguido por el Salar de Maricunga), en segundo lugar se ubica China con el 25% (en la cuenca de *Qaidam*). Australia posee el 10,5% de las reservas en depósitos minerales pegmatíticos. Argentina ocupa el cuarto puesto en reservas mundiales, las cuales se distribuyen en varios salares de la región de la Puna (Catamarca, Salta y Jujuy). Fuera de estos 4 países las reservas alcanzan tan sólo el 6%. En el caso de Bolivia, si bien forma parte del denominado “triángulo del litio”, los grandes recursos del Salar de Uyuni aún no pueden considerarse reservas de explotación comercial por lo que su participación es del 0%.

Para el cálculo de reservas mineras, se consideran factores modificatorios tales como minado, procesamiento, metalurgia, marketing, aspectos económicos (valor de mercado, costos, entre otros), legales, de desarrollo, sociales y de política. Con el avance del tiempo y la adquisición de mayores datos, dichos factores se hacen más claros y precisos. De esta manera las incertidumbres originales disminuyen progresivamente convirtiendo a los recursos minerales en reservas mineras.<sup>12</sup>

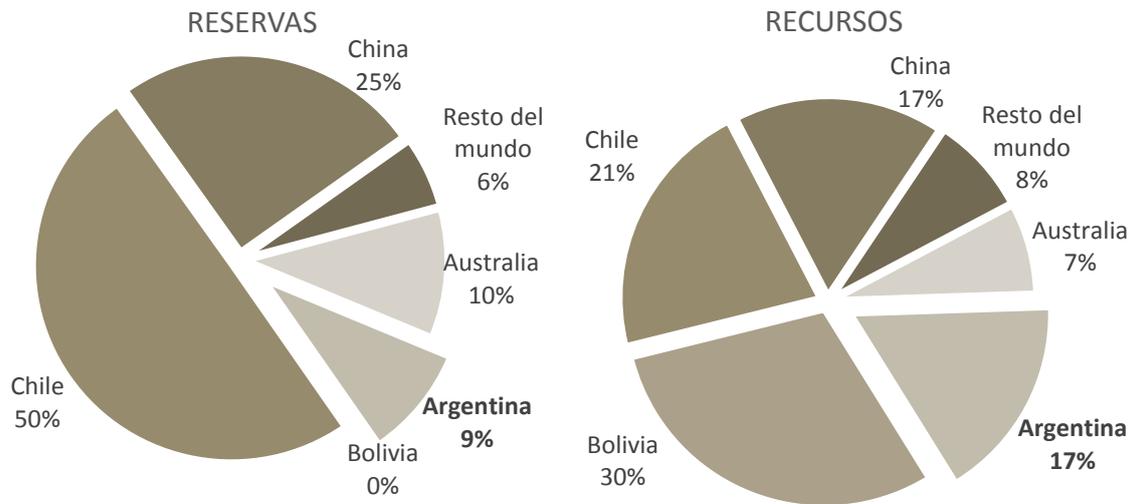
---

<sup>11</sup>Si bien no se publican datos de producción para todos los años, se estima que su producción es estable, dado que se desconocen ampliaciones de capacidad en la planta de producción. Los nuevos precios del litio podrían reactivar antiguos yacimientos en EEUU. La exploración es muy activa en el valle de Clayton, donde se ubica *SilverPeak* y en depósitos de arcillas con minerales como la hectorita.

<sup>12</sup>CRIRSCO - 2011 Standard Definitions



Gráfico 6: RESERVAS Y RECURSOS DE LITIO, PARTICIPACIÓN POR PAÍS



Fuente: Elaboración propia con base en información pública oficial provista por las compañías mineras, complementada con datos provenientes de USGS\*. Se consideran Recursos medidos e indicados.

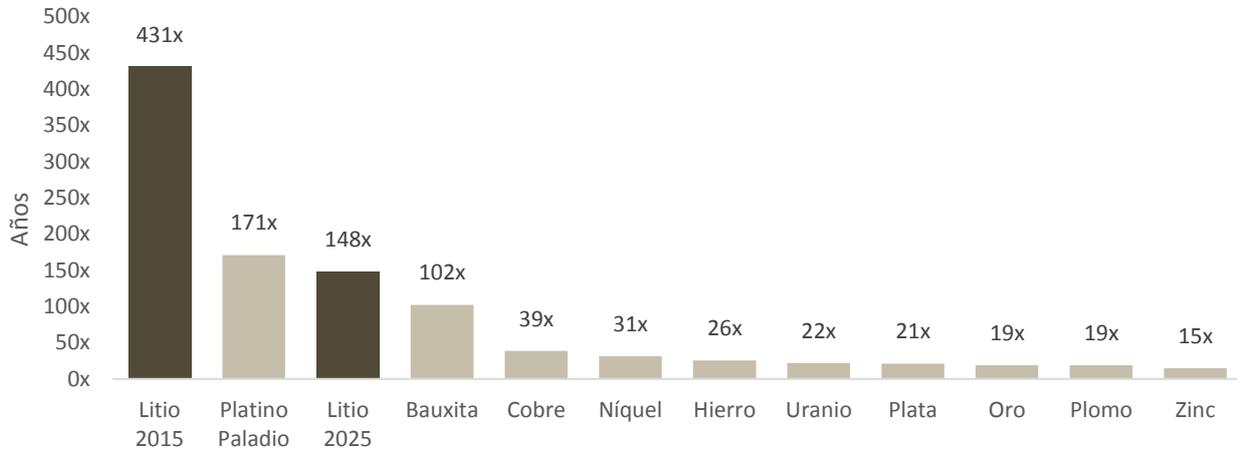
\*USGS estima 2,9 millones de t de recursos de Litio metálico para EEUU pero se desconocen los proyectos y parámetros utilizados para los cálculos. La estimación se realiza en base a información de compañías mineras y totaliza 0,56 millones ton Li.

En cuanto a la seguridad de abastecimiento del mineral, el litio se considera abundante. A niveles de producción de 2015, las reservas alcanzaban para 431 años. Para 2025, triplicándose la demanda y suponiendo las mismas reservas, el litio aún se ubicaría entre los minerales de mayor horizonte extractivo, con 148 años. Considerando que existen innumerables estudios en desarrollo para aumentar la eficiencia de las baterías y la autonomía de las mismas, muchos analistas pronostican que la supremacía del litio durará pocas décadas<sup>13</sup>, ya que tecnologías como las celdas de combustible (en base a hidrógeno, o litio-oxígeno) reemplazarán o reducirán el litio requerido por unidad de energía almacenada.

<sup>13</sup> "A la primacía del litio para baterías se le pronostica una duración de 35 años, pues se prevé que la celda de hidrógeno sea económicamente viable alrededor del 2050", Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia y Tecnología (CIECTI), del Ministerio de Ciencia de la Nación. Agosto 2015.



Gráfico 7: RATIO PRODUCCIÓN/RESERVAS ESTIMADAS (CANTIDAD DE AÑOS)



Fuente: Elaboración propia con base en USGS - 2016

De todos modos es menester aclarar que las reservas no son un número estático, sino que a raíz de los factores modificatorios mencionados, se trata de un concepto dinámico. Según el USGS, las reservas estimadas de litio metálico en el mundo eran, en 2010, de 9,9 millones de toneladas (52,67 MM ton LCE) y 6 años después ya totalizan casi un 50% más. Para el caso del cobre por ejemplo, en 1970 se estimaban reservas por 280 millones de toneladas pero desde entonces se produjeron más de 500 millones y hoy quedan reservas por 720 millones. La mayor demanda y el aumento del precio del mineral incentivan la exploración por nuevos yacimientos o viabilizan la explotación económica de recursos ya descubiertos. Para el caso del litio, en 2016, los recursos casi triplican las reservas disponibles.



Otro factor a considerar en la oferta futura de litio es que el 98% del litio contenido en una batería es recuperable. Hoy en día la ecuación económica es negativa en baterías de dispositivos portátiles, cuyo contenido de litio alcanza unos pocos gramos, por lo que su reciclado suele estar subsidiado, principalmente en la Unión Europea. En cambio, una batería en un vehículo eléctrico puede superar los 5 kilogramos de litio contenido (26,6 kg de LCE). La vida útil de las baterías se estima en 20 años, lo que hace esperar que cuando este mercado madure (las baterías producidas hoy se reciclen), las mismas aporten un volumen considerable de litio reciclado. Algunas estimaciones<sup>14</sup> proyectan que para el año 2040, el 50% del litio requerido en las baterías a nivel global, tendrá origen en el reciclado.

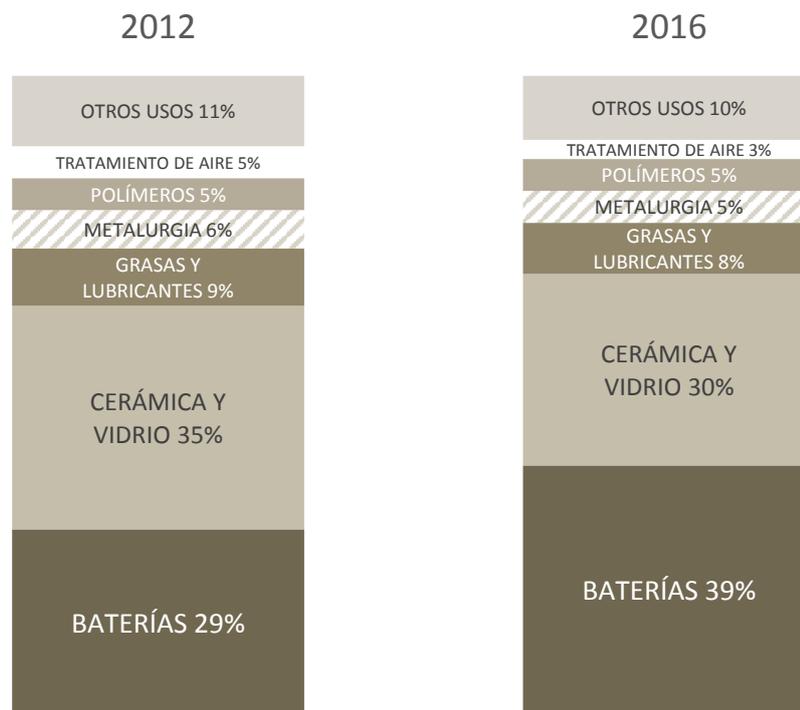
<sup>14</sup>Chemetall, 2009; Gaines, 2009



## Demanda

La demanda global de litio en 2016 se estima en 201 mil t LCE, un 13,5% mayor a la de 2015. Se observa un crecimiento potenciado por la demanda en baterías, que desplazaron del histórico primer lugar en el uso en la cerámica y vidrio. Además de la masificación de dispositivos electrónicos personales, el mayor crecimiento se produce gracias a la expansión de las baterías de ion-litio desde la electrónica hacia otros sectores como el de herramientas eléctricas, automóviles y el almacenamiento de energía<sup>15</sup>.

Gráfico 8:EVOLUCIÓN USOS FINALES DEL LITIO (2012 versus 2016)



Fuente: Elaboración propia con base en USGS

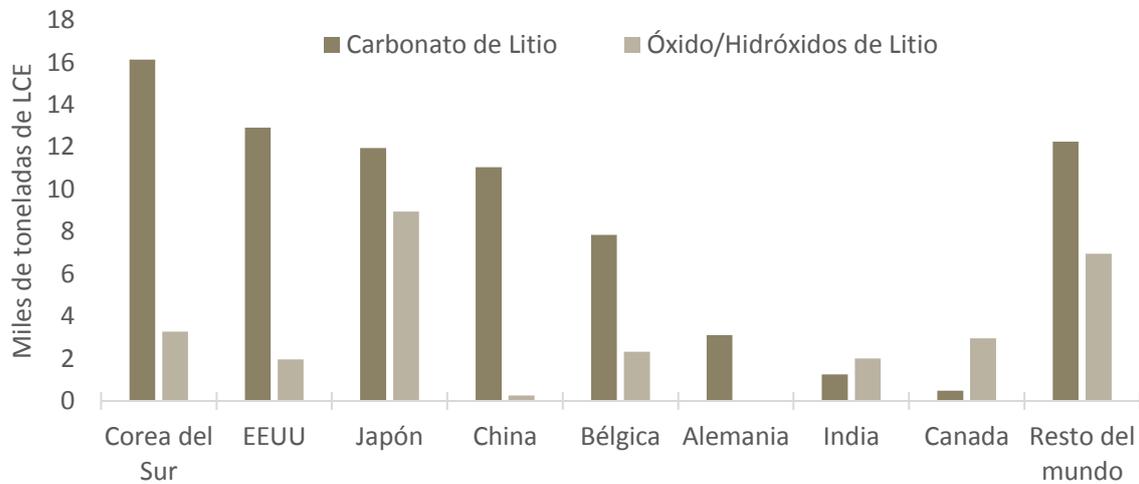
Considerando las importaciones de carbonato y óxidos/hidróxidos de litio para el 2015 como un *proxy* a la demanda, se evidencia el peso de los países industrializados. Corea del Sur, EEUU, Japón, China y Bélgica concentran el 72,5% de los volúmenes importados. Si bien China se encuentra en el 4to lugar, debe recordarse que además de contar con producción propia, importa los concentrados minerales australianos (que se transforman localmente en carbonato u otros derivados). EEUU, en menor medida, también se abastece localmente, pero Corea del Sur, Japón y Bélgica dependen 100% de las importaciones. A los fines de asegurar este abastecimiento, muchas empresas tecnológicas en estos países participan activamente en la etapa de

<sup>15</sup>El almacenamiento de energía está relacionado en la actualidad con las energías renovables cuya intermitencia natural requiere ser complementada con una batería que permita el consumo eléctrico cuando la fuente no está generando (por ejemplo, la energía solar durante la noche).



extracción del mineral. Aunque el carbonato de litio, según los especialistas, apenas alcanza entre el 2% y el 7% del costo de una batería, es un insumo esencial para su producción.

Gráfico 9: IMPORTACIONES DE DERIVADOS DE LITIO 2015 (EN MILES DE TONELADAS DE LCE)



Fuente: Elaboración propia con base en Contrade

## Perspectivas del mercado

El pronóstico de crecimiento de demanda y el alza de precios, impulsaron la reactivación, ampliaciones o puesta en marcha de varios proyectos a nivel mundial. La nueva capacidad de oferta provendría tanto de ampliaciones de proyectos existentes como proyectos desde cero. La puesta en marcha de Salar de Olaroz, en Argentina, es la concreción de uno de estos últimos. Existen varios proyectos en desarrollo ingresando a la etapa de producción en 2017 y 2018, con los cuales se abastecería el aumento esperado de la demanda. Entre estos proyectos se destacan principalmente:

- En Argentina, el Salar de Olaroz, alcanzaría capacidad plena de 17.500 tpa en 2017.
- En Australia las minas de espodumeno Mt Marion (*GanfengLithium* y *Mineral Resources*) y Mt Cattlin (*Galaxy Resources*) ya se encuentran procesando mineral y a comienzos de 2017 han exportado los primeros embarques de concentrado.
- En Chile, *Rockwood* (controlada por Albemarle) recibió en enero 2017 la aprobación por parte de la CCHEN<sup>16</sup>, para extender la duración de sus derechos de producción de litio, en el Salar de Atacama, y aumentar su cuota autorizada de extracción hasta las 80.000 toneladas por año de sales de litio (grado técnico y grado batería). Su planta de fabricación de productos grado batería ubicada en La Negra, Antofagasta, se encuentra actualmente en expansión. En base a

<sup>16</sup> Comisión Chilena de Energía Nuclear



la expansión de la cuota extractiva, se espera una producción creciente en los próximos años hasta duplicar la capacidad actual.

- En China, la capacidad de procesamiento de concentrados minerales se encuentra en expansión y se esperan posibles proyectos en salares de la cuenca de *Qaidam*.
- En Canadá, la mina *Whabouchi (NemaskaLithium)* inició en 2017 la producción de concentrados en etapa piloto y posee un contrato para abastecer a *FMC lithium* con 8.000 tpa de LCE hacia mediados de 2018.

A su vez se espera que el ciclo alcista impulse la expansión en proyectos existentes que aumenten la capacidad total. Al cierre de este informe, la empresa *Talison Lithium* (controlada por *TianqiLithium* 51% y *Albemarle* 49%) anunció la ampliación de *Greenbushes* en Australia Occidental, la mayor mina en producción del mundo, que estará duplicando su capacidad para el 2019. Esta ampliación sumaría hacia 2020 unas 80.000 toneladas anuales (tpa) de LCE a la oferta mundial, representando más del 40% de la producción mundial en 2016.

**Gráfico 10: PROYECCIÓN DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN MUNDIAL CON INGRESO DE PRINCIPALES PROYECTOS**



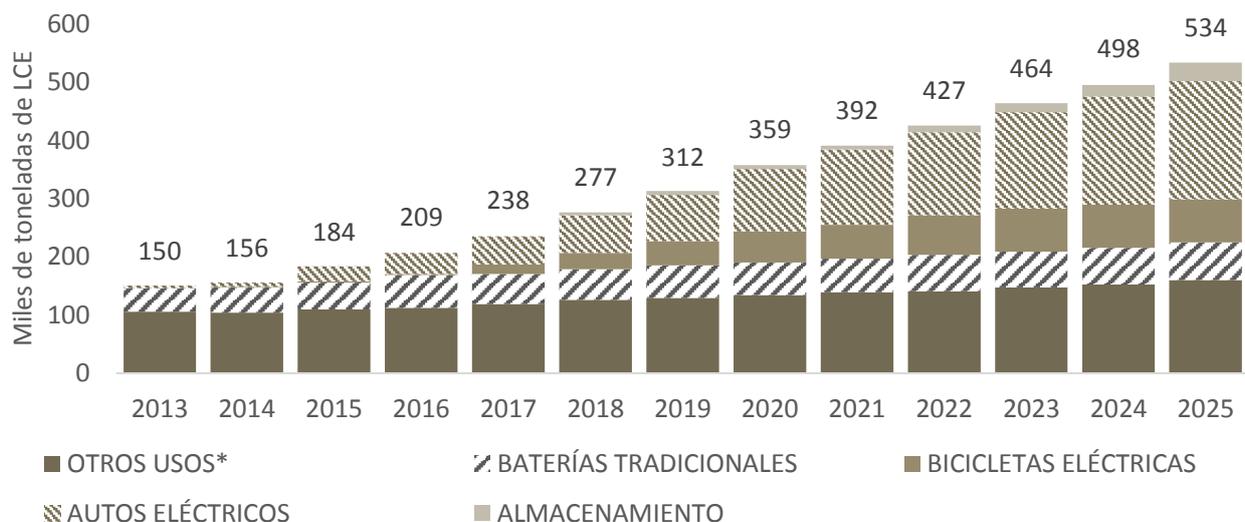
Fuente: Elaboración propia con base en Deutsche Bank e información de empresas controlantes de los proyectos

En los próximos años se espera que las baterías demanden las dos terceras partes de la producción de litio, con un crecimiento considerable para el uso en movilidad urbana (autos, bicicletas y motos eléctricas). De acuerdo a los analistas, la siguiente revolución será la de almacenamiento de energía de la mano de las energías renovables y las baterías de uso doméstico. En el caso de extenderse el uso de baterías en base a litio hacia las redes eléctricas, la demanda en estas baterías (de mayor tamaño) superaría ampliamente a las necesidades del resto de las baterías existentes.



El crecimiento exponencial en la demanda para baterías podría generar restricciones en la oferta, ya no por falta de faenas en producción (ver [gráfico 10](#)) sino porque no todos los derivados cumplen las especificaciones de grado batería. El espodumeno, proveniente en su mayor parte de minas australianas, requiere de procesos de conversión para los cuales es necesaria ampliar la capacidad de procesamiento. Los derivados obtenidos de los salares deben ser purificados pero en algunos de ellos (por ejemplo Uyuni, Bolivia) la elevada relación magnesio-litio deriva en una ecuación económica de difícil viabilidad para obtener un producto comercial.

Gráfico 11: DEMANDA PROYECTADA DE LITIO POR USO (2013-2025)



Fuente: Elaboración propia con base en Deutsche Bank | \*Por otros usos no relacionados con baterías ver [Gráfico 3](#)

A mediados de 2016, Tesla anunció la construcción de la planta *Gigafactory* en Nevada, que tendría la capacidad de producir 500.000 baterías de ion-litio para automóviles por año a partir de 2018. La escala permitiría la reducción de los costos y por ende la masificación del vehículo eléctrico. Toyota también realizó anuncios de producción a gran escala hacia 2020. Muchos analistas relativizan el impacto sobre la demanda en el litio (para producir 500.000 unidades con un requerimiento de 63kg de LCE por batería -del modelo Tesla S- se necesitarían 31.500 tpa de LCE que podrían ser provistos con 2 proyectos de salar por ejemplo). De todos modos, las expectativas están puestas en el éxito de los fabricantes de vehículos eléctricos y la tasa de reemplazo del parque automotor mundial.



## Panorama Local

---

### Los inicios de la producción de 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, feldespato 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 litíferos hasta el año 1960 inclusive, se exportaron un total de 518 toneladas con leyes de 5-6%  $\text{Li}_2\text{O}$  (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<sup>17</sup> 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<sup>18</sup>, Catamarca, y en 1997 comienza a producir y exportar derivados de litio (Cloruro y Carbonato).

### Actualidad

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.

---

<sup>17</sup> SCL (propiedad de Albemarle) inicia operaciones en 1984 en el Salar de Atacama. SQM, en 1997.

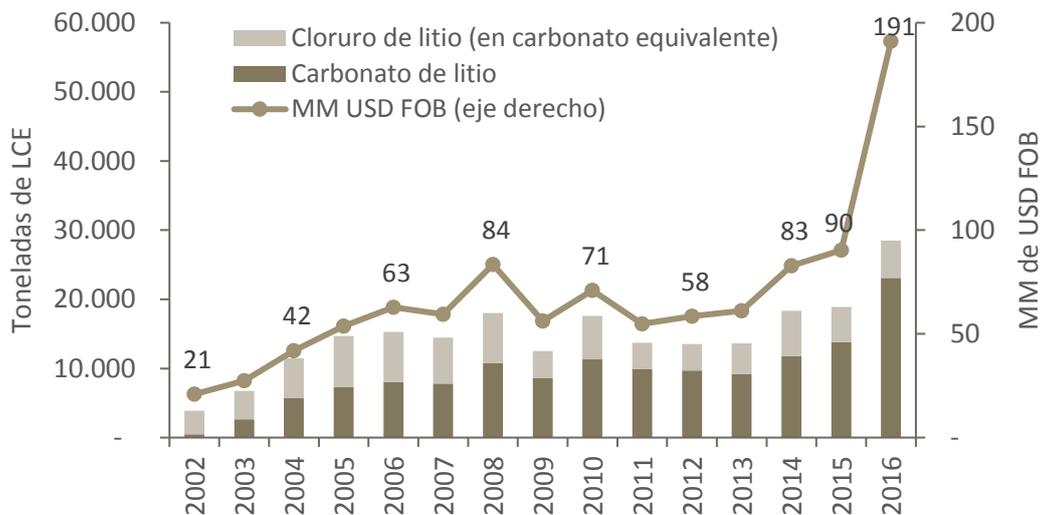
<sup>18</sup>Ver nota al pie 9.



En abril de 2015, inicia la producción Orocobre en el Salar de Olaroz, Jujuy; que se espera alcance producción plena (17.500 tpa) en 2017. Como fue mencionado, Olaroz 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 Olaroz) 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.

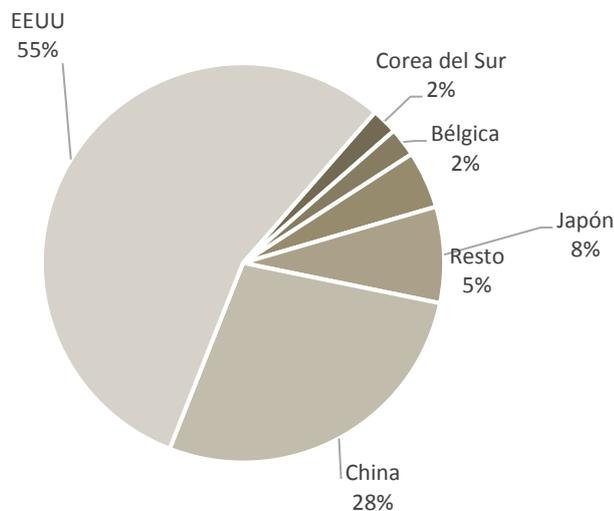
Gráfico 12: EXPORTACIONES ARGENTINAS DE LITIO (EN MILLONES DE USD Y TONELADAS DE LCE)



Fuente: Elaboración propia con base en INDEC

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

Gráfico 13: DESTINO EXPORTACIONES ARGENTINAS DE LCE (PROMEDIO 2011-2015)



Fuente: Elaboración propia con base en Contrade



## Proyectos actuales y potenciales

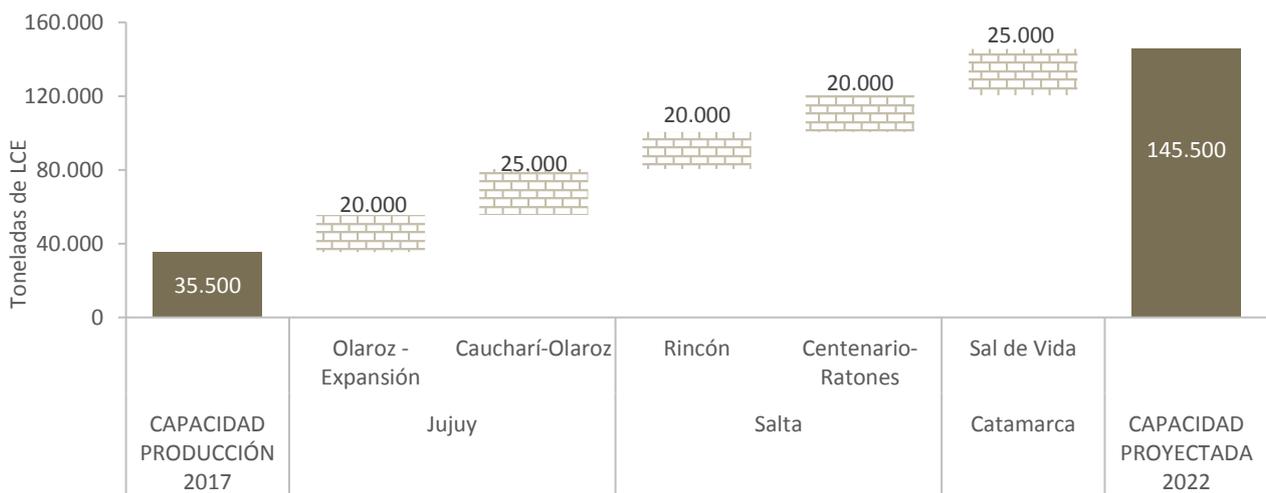
A comienzos de 2017, la capacidad total instalada en Argentina es de 35.500 tpa de LCE. Según se desprende de información pública de los operadores, Orocobre (operadora de Olaroz) planea para los próximos años duplicar su capacidad desde las 17.500 actuales hasta las 35.000–42.500, aprovechando la infraestructura 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 primer fase hacia 2020.
- Eramet finalizó los estudios en los salares de Centenario y Ratones para la construcción de una planta de 20.000 tpa.
- Enirgi 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.

**Gráfico 14: PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN ARGENTINA CON INGRESO DE PRINCIPALES PROYECTOS**



Fuente: Elaboración propia con base en información pública de las propias compañías



Además del potencial en salares, el país cuenta con varios distritos pegmatíticos<sup>19</sup> con enriquecimiento en Litio (Ver Anexo-Tabla 4), 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 feldespato y cuarzo.
- En Catamarca, son 6 grupos: Unquillo, Coyagasta, Corpus Yaco, Vilismán, El Taco y Santa Bárbara; ubicados en la Sierra de Ancasti, al este de la capital provincial. La empresa LatinResourcesLtd se encuentra realizando tareas de exploración en las pegmatitas del grupo Vilismán con el nombre de proyecto Vilisman 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 Mining Corporation está realizando tareas de exploración de Litio en las minas El Quemado y Santa Elena, dentro del Distrito “El Quemado”.

## Usos potenciales a nivel local

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 JEMSE<sup>20</sup>, 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.

<sup>19</sup> Se considera distrito pegmatítico a una agrupación de pegmatitas (Ver [Fuentes de Litio](#)) delimitada por condiciones genéticas similares (características temporales, espaciales y composicionales).

<sup>20</sup>Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado



Para uso nuclear, en un hipotético escenario de reemplazo del parque de generación nucleoelectrónico 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.

## Consideraciones Finales

---

- A pesar del aumento de la demanda y la evolución del consumo a través del tiempo, la cantidad de años en que los recursos y reservas conocidos pueden abastecer la demanda, resulta elevada. Aun triplicándose la demanda actual, las reservas conocidas hoy podrían abastecer casi 150 años de consumo. Además el número de reservas aumenta año a año.
- Si bien recientemente se dio cierta explosión de precios, el mercado del litio es aún pequeño, comparado con otros minerales. A valores de 2016 el valor de la producción mundial de oro (124 mil Millones USD), por ejemplo, es de 87 veces la del litio (1,4 mil USD) y la del cobre (94.437 MM USD) unas 66 veces.
- Argentina fue el país productor más dinámico de los últimos años al pasar, en 2016, del 11% al 16% de participación en el mercado de derivados de litio y dados los proyectos en desarrollo, puede ser protagonista en un ciclo alcista de los precios.
- Los proyectos que se encuentran en construcción en el país (Caucharí-Olaroz, Sal de Vida, Centenario, entre otros) podrían más que triplicar la producción argentina y significarían inversiones por 1.500 millones de dólares y exportaciones anuales por más de 800 millones de dólares.
- La oportunidad argentina (ante un crecimiento de la demanda y una carrera de proyectos en el mundo) radica en desarrollar nuevos proyectos de modo que se estabilicen, antes de que:
  - Se cierren, por saturación de participantes, las ventanas de oportunidad para el ingreso de nuevos competidores
  - Se desarrollen otros proyectos mundiales que están algo atrasados con respecto a los de Argentina y esto resulte en una barrera infranqueable para la inversión.
  - El reciclado aporte un volumen considerable. Se estima que para el año 2040, el 50% del litio requerido en las baterías a nivel global tenga ese origen.



## Anexo

Tabla 2: PRINCIPALES PROYECTOS ARGENTINOS EN ETAPAS AVANZADAS - SALARES

PROYECTO	NOMBRE DEL SALAR	EMPRESA	METALES	PROVINCIA	ESTADO
Salar de Olaroz	Salar de Olaroz	Orocobre S.A., Toyota tsusho, Jemse	Litio Potasio	Jujuy	Operación
Mina Fénix	Salar del Hombre Muerto	FMC Lithium Corporation	Litio	Catamarca	Operación
Salar del Rincón	Salar del Rincón	ENIRGI Group Corporation	Litio Potasio	Salta	Operación parcial/ Planta Piloto
Caucharí-Olaroz	Salar de Caucharí	Lithium Americas+JEMSE+SQM	Litio Potasio	Jujuy	Construcción
Pozuelos	Salar Pozuelos	POSCO + Lithea	Litio	Salta	Construcción Planta Piloto
Sal de Vida	Salar del Hombre Muerto	Galaxy Resources Limited	Litio Potasio	Catamarca	Factibilidad
Sal de Los Ángeles	Salar de Diablillos	Lithium-X Energy Corp. (80%) - Aberdeen International Inc. (20%)	Litio Potasio	Salta	PEA (Análisis económico preliminar)
Cauchari	Salar de Caucharí	Advantage Lithium (50-75%)+Orocobre Limited	Litio Potasio	Jujuy	Exp. Avanzada
Salar de Centenario Ratones	Salar de Ratones	Eramet	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Mariana I, II, III	Salar Llullaillaco	International Lithium JV con Jiangxi Ganfeng Lithium Co. Ltd	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Centenario	Salar Centenario	Lithium Power International	Litio Potasio	Salta	Exp. Avanzada
Gallego Project	Salar del Hombre Muerto	Everlight Resources	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Antofalla	Salar de Antofalla	Advantage +Albemarle+Bolland International	Litio Potasio	Catamarca	Exp. Avanzada

Fuente: Elaboración propia con base en información pública de las propias compañías



Gráfico 15: MAPA DE SALARES CON PROYECTOS AVANZADOS DE EXTRACCIÓN DE LITIO - ARGENTINA

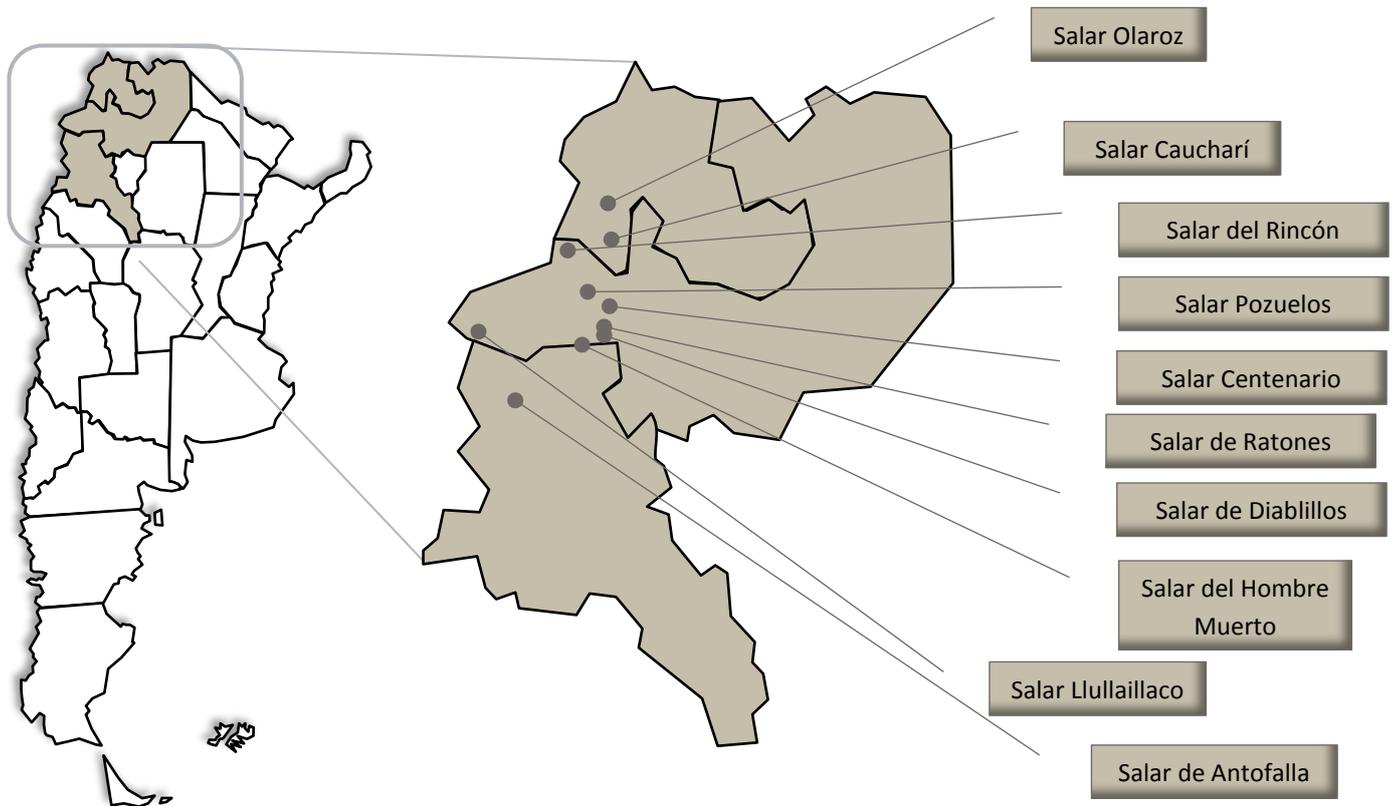


Tabla 3: PRINCIPALES PROYECTOS ARGENTINOS EN ETAPAS INICIALES - SALARES

PROYECTO	NOMBRE DEL SALAR	EMPRESA	METALES	PROVINCIA	ESTADO
Guayatoyoc	Laguna Guayatayoc	AdvantageLithium	Litio Potasio Boro	Jujuy	Exploración
Guadalquivir	Salar Rio Grande	CascaderoCopper Corp.	Litio	Salta	Exploración
Stella Maris	Salinas Grandes	AdvantageLithium	Litio	Salta	Exploración
Salinas Grandes	Salar de Salinas Grandes	Orocobre (85%)	Litio Potasio	Salta	Exploración
Proyecto Arizaro	Salar de Arizaro	PepinNiniMinerals Ltd.	Litio	Salta	Exploración
Salar de Arizaro	Salar de Arizaro	Grosso Group	Litio	Salta	Exploración
Salar de Arizaro 2	Salar de Arizaro	Lithium X	Litio	Salta	Exploración
Mina Teresa	Salinas Grandes	ArgosyMineralsLtd + Ekeko	Litio Potasio	Jujuy	Exploración Inicial
Cangrejillos	Salinas Grandes	OrocobreLimited JV Toyota TsushoCorp	Litio Potasio	Jujuy	Exploración Inicial
Pocitos	Salar de Pocitos	LithiumAmericasCorp+SQM	Litio Potasio	Salta	Exploración Inicial



Salar de Incahuasi	Salar de Incahuasi	AdvantageLithium	Litio Potasio	Salta	Exploración Inicial
Arizaro	Salar de Arizaro	LithiumAmericasCorp+SQM	Litio Potasio	Salta	Exploración Inicial
San José	Salinas Grandes	DAJIN RESOURCES CORP./ Delta Mutual Inc	Litio Potasio Boro	Jujuy	Prospección
Navidad	Salinas Grandes	DAJIN RESOURCES CORP./ Delta Mutual Inc	Litio Potasio Boro	Jujuy	Prospección
Rio Grande	Salar Rio Grande	LithiumExplorationGroupInc	Litio Potasio	Salta	Prospección
Salar de Pular	Salar de Pular	PepinNiniMineralsLtd	Litio Potasio	Salta	Prospección
Pastos Grandes	Salar de Pastos Grandes	MillennialLithium	Litio Potasio	Salta	Prospección
Cauchari Sur	Salar de Caucharí	Alba Minerals Ltd.	Litio	Salta	Prospección
Cruz	Salar de Pocitos	Minera Pastos Grandes S.A+SouthernLithium	Litio	Salta	Prospección
Salar de ArizaroBrine	Salar de Arizaro	Ultra LithiumInc.+Jinshan Minera Argentina S.A.	Litio	Salta	Prospección
Tolillar	Salar Tolillar	TrendixMining SRL	Litio Potasio	Salta	Prospección
Salar de Pocitos	Salar de Pocitos	PureEnergyMinerals Ltd.	Litio	Salta	Prospección
Tres Quebradas (3Q)	Laguna Tres Quebradas	Neo Lithium Ltd. + POCML 3 inc.	Litio Potasio	Catamarca	Prospección
La Mula	Laguna Mulas Muertas	TransPacificMineralsCorp	Litio	La Rioja	Prospección
Carachi – Pampa	Salar Carachi-Pamapa	NRG Metals Inc.	Litio Potasio	Catamarca	Prospección
Rio Grande	Salar de Rio Grande	LSC LithiumCorporation	Litio Potasio	Salta	Prospección
Pastos Grandes	Salar de Pastos Grandes	LSC LithiumCorporation	Litio Potasio	Salta	Prospección
Salinas Grandes	Salar de Salinas Grandes	LSC Lithium Corporation + Dajin Resources Corp.	Litio Potasio	Salta-Jujuy	Prospección
Jama	Salar de Jama	LSC LithiumCorporation	Litio Potasio	Jujuy	Prospección

Fuente:Elaboración propia con base en información pública de las propias compañías



**Tabla 4: PRINCIPALES PROYECTOS ARGENTINOS EN ETAPAS INICIALES - PEGMATITAS**

PROYECTO	NOMBRE DEL SALAR	EMPRESA	METALES	PROVINCIA	ESTADO
Mina Las Tapias	Distrito PegmatíticoAltautina	DarkHorseResources	Litio	Córdoba	Prospección
Mina Las Cuevas	Distrito PegmatíticoConlara	DarkHorseResources	Litio	San Luis	Prospección
El Quemado	Distrito Pegmatítico El Quemado	Centenera MiningCorporation	Litio	Salta	Prospección
Vilisman - Ancasti	Distrito PegmatíticoAncasti	Latin Resources Ltd + Lepidico Ltd.	Litio	Catamarca	Prospección
La Estanzuela - Conlara	Distritos Pegmatíticos La Estanzuela y Conlara	Latin Resources Ltd + Lepidico Ltd.	Litio	San Luis	Prospección

Fuente:Elaboración propia con base en información pública de las propias compañías