



**LA EXPLOTACIÓN DEL LITIO EN CHILE  
EN EL CONTEXTO DEL MERCADO  
INTERNACIONAL  
DE/ 17 /2014**

**Registro de Propiedad Intelectual**

**© N° 248.297**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	2
1. EL LITIO ES UN RECURSO ABUNDANTE EN LA NATURALEZA .....	3
2. LOS RECURSOS DE CHILE SON LOS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO .....	3
3. POLÍTICAS ESPECÍFICAS PARA EL LITIO EN PRINCIPALES PAÍSES .....	4
4. CHILE HA PERDIDO LIDERAZGO EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LITIO .....	6
5. CHILE CARECE DE PROYECTOS DE NUEVA PRODUCCIÓN DE LITIO .....	7
6. LA POSICIÓN COMPETITIVA DE CHILE ESTÁ AMENAZADA POR NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EXTRACCIÓN DEL LITIO .....	9
7. CHILE SOLO PRODUCE PRODUCTOS PRIMARIOS DE LITIO .....	11
8. MAYOR POTENCIAL DE CONSUMO DE LITIO: ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA .....	12
9. PRECIOS DAN AMPLIO MARGEN A PRODUCTORES DE BAJO COSTO .....	13
10. PREDOMINIO DE ASOCIACIONES ESTRATÉGICAS EN LA INDUSTRIA DEL LITIO .....	15

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad Chile es el principal productor mundial de químicos básicos de litio, gracias a la disponibilidad en el Salar de Atacama de los recursos de mejor calidad y de explotación al más bajo costo, lo que constituye su mayor fortaleza en el mercado internacional. Los productos químicos básicos son el carbonato de litio, el cloruro de litio y el hidróxido de litio. Cabe señalar que Chile no interviene en la elaboración de productos secundarios, que se derivan a partir de los productos básicos.

El propósito de este informe es situar la explotación del litio en Chile en el contexto del mercado internacional en forma comparativa con los países relevantes para la oferta de productos básicos de litio en el mercado internacional.

Cabe señalar que en marzo 2014 COCHILCO publicó el estudio “Mercado Internacional del Litio”<sup>1</sup>, el cual se entregó oportunamente como antecedente para las labores encomendadas a la Comisión Nacional del Litio. En consecuencia, el presente informe se focaliza en dar una visión sintética y actualizada sobre los aspectos relevantes de la oferta en el mercado del cobre que pueden constituir amenazas al liderazgo y competitividad que Chile ostenta actualmente, como un aporte adicional a la labor de la Comisión Nacional del Litio.

Para ello se entregarán antecedentes lo más actualizados posibles sobre los recursos de litio en los principales países, sobre sus políticas atinentes a su explotación, sobre el comportamiento que han tenido en la producción de esta sustancia, sobre los cambios significativos en la oferta mundial que se avizora tanto por los nuevos proyectos de explotación en ejecución y en estudio, algunos de los cuales se basan en el potencial de las nuevas tecnologías de explotación de recursos de litio que tenderán a bajar los costos de explotación.

También se muestra la estructura de la industria, donde Chile tiene presencia en la oferta de productos primarios, las tendencias de la demanda y de los precios.

Finalmente se señala el predominio de las estrategias de asociación entre los principales productores y consumidores mundiales a fin de asegurarse el abastecimiento de este insumo, ante un potencial incremento escalar de su demanda derivado principalmente por el desarrollo de aplicaciones en la movilidad eléctrica y en el almacenamiento estacionario de energía eléctrica.

El informe está estructurado presentando un tema relevante en cada punto en cuyo texto se procura fundamentar.

---

<sup>1</sup> Ver informe en link:

[http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/litio/Mercado\\_Internacional\\_del\\_Litio.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/litio/Mercado_Internacional_del_Litio.pdf)

## 1. EL LITIO ES UN RECURSO ABUNDANTE EN LA NATURALEZA

Existe consenso que el litio (Li) es un elemento abundante en la naturaleza, pero las fuentes que estiman los recursos mundiales difieren en la magnitud de los recursos en el rango entre 28 y 60 Mt de Li contenido. Por ello, COCHILCO ha hecho su propia estimación, sobre la base de los datos de cada país según la fuente que parece más consistente, situando el nivel de recursos en 36,7 Mt de Li contenido, la que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Estimación de recursos de acuerdo a las fuentes señaladas.**

País	Mt Li met.	Fuentes	
<b>Bolivia</b>	8,90	COMIBOL	(1)
<b>Chile</b>	8,04	Roskill (2013), SQM, CORFO	(1)
<b>Argentina</b>	7,09	Compañías mineras	(2)
<b>China</b>	5,15	Roskill (2013)	(1)
<b>EEUU</b>	1,67	Compañías mineras	(2)(3)
<b>Australia</b>	1,52	Compañías mineras	(2)
<b>Congo</b>	1,15	Roskill (2013)	(1)
<b>Serbia</b>	1,05	Roskill (2013)	(4)
<b>Rusia</b>	1,00	Evans (2012), USGS (2013)	(1)
<b>Canadá</b>	0,74	Compañías mineras, Roskill (2013)	(2)
<b>Brasil</b>	0,10	Roskill (2013)	(1)
<b>Zimbawe</b>	0,06	USGS (2012)	(1)
<b>Austria</b>	0,05	Global Strategic Metals	(2)
<b>Portugal</b>	0,01	Roskill (2013)	(1)
<b>Otros</b>	0,20	estimación propia en base a Roskill (2013)	(1)
<b>TOTAL</b>	<b>36,72</b>		

Notas:

(1) Valor referencial; se desconoce metodología y parámetros utilizados.

(2) Se consideraron recursos medidos e indicados publicados por las empresas mineras con proyectos de litio.

(3) Según USGS (2013) los recursos de EEUU ascienden a 5,5 Mt. Sin embargo, se desconocen los yacimientos incluidos y los parámetros utilizados de este cálculo, por lo que no se incluyen en esta estimación.

(4) Recurso inferido publicado en Roskill (2013).

## 2. LOS RECURSOS DE CHILE SON LOS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO

Considerando los tipos de depósitos, un 82% de los recursos se encuentra en las salmueras de los salares, el 15% en minerales de rocas tanto pegmatíticas (principalmente espodumeno) como sedimentarias (hectorita) y el 3% en otras fuentes como las salmueras geotermales o en campos petrolíferos. Bolivia Chile y Argentina sólo poseen recursos en salmueras, China y EE.UU. en salmueras y rocas y el resto en rocas.

La tabla 2 muestra una composición de las características de los salares más importantes en el mundo. Considerando todos ellos, además de los métodos extractivos actualmente disponibles, el Salar de Atacama es el más importante a nivel mundial, por su contenido de litio y potasio y por la tasa de evaporación.

**Tabla 2. Comparación de las características relevantes de salares en el mundo  
(Ranking descendente según concentración de litio)**

	Salar	País	Li (ppm)	K (ppm)	Mg/Li	Evaporación (mm/a)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altura (msnm)
<b>1</b>	<b>Atacama</b>	<b>Chile</b>	<b>1.500</b>	<b>18.500</b>	<b>6,4</b>	<b>3.700</b>	<b>3.000</b>	<b>2.300</b>
<b>2</b>	Pastos Grandes	Bolivia	1.033	7.766	2,2	1.500	100	4.200
<b>3</b>	La Isla	Chile	860	3.170	5,1	1.000	152	3.950
<b>4</b>	Maricunga	Chile	800	7.480	6,6	1.200	145	3.760
<b>5</b>	Salinas Grandes	Argentina	795	9.547	2,7	2.600	212	3.450
<b>6</b>	Olaroz	Argentina	690	5.730	2,4	2.600	120	3.900
<b>7</b>	<b>Hombre Muerto</b>	<b>Argentina</b>	<b>690</b>	<b>6.100</b>	<b>1,4</b>	<b>2.775</b>	<b>600</b>	<b>4.300</b>
<b>8</b>	<b>Zhabuye</b>	<b>China</b>	<b>680</b>	<b>s/a</b>	<b>0,001</b>	<b>2.300</b>	<b>243</b>	<b>4.420</b>
<b>9</b>	Sal de Vida	Argentina	660	7.370	2,2	s/a	s/a	4.025
<b>10</b>	Diablillos	Argentina	556	6.206	3,7	s/a	40	3.760
<b>11</b>	Pedernales	Chile	400	4.200	8,7	1.200	335	3.370
<b>12</b>	Diangxiongcuo	China	400	s/a	0,2	2.300	56	4.475
<b>13</b>	Caucharí	Argentina	380	3.700	2,8	2.600	350	3.950
<b>14</b>	Uyuni	Bolivia	350	7.200	19	1.500	12.000	3.650
<b>15</b>	Rincón	Argentina	330	6.200	8,5	2.600	260	3.700
<b>16</b>	Coipasa	Bolivia	319	10.600	45,7	1.500	2.218	3.650
<b>17</b>	<b>Xitai</b>	<b>China</b>	<b>310</b>	<b>s/a</b>	<b>65</b>	<b>3.560</b>	<b>s/a</b>	<b>2.790</b>
<b>18</b>	<b>Dongtai</b>	<b>China</b>	<b>300</b>	<b>s/a</b>	<b>40-60</b>	<b>3.560</b>	<b>s/a</b>	<b>2.790</b>
<b>19</b>	SilverPeak	EEUU	230	5.300	1,5	900	80	1.300

Nota:

Sombreado celeste destaca los salares en Chile.

En negrita se destacan los salares que actualmente se encuentran en operación.

Fuente: COCHILCO en base a Garrett (2004), Gruber et al. (2011), Mohr et al. (2010, 2012), Riesacher et al. (1999), Roskill (2013), Yaksic&Tilton (2009) e información de empresas mineras.

### 3. POLÍTICAS ESPECÍFICAS PARA EL LITIO EN PRINCIPALES PAÍSES

A continuación se muestra un resumen de los hitos más relevantes del marco regulatorio de los países con alto potencial de desarrollo de la minería del litio.

**Tabla 3: Políticas públicas en el ámbito del litio en otros países**

País	Propiedad	Legislación	Impuesto a la renta	Royalty
<b>Argentina</b>	Concesible	Considerado un recurso estratégico en las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy, por el impacto socio económico de las provincias donde se extrae. En Jujuy, la empresa provincial JEMSE es partícipe de proyectos con un 8,5%. En estos casos los proyectos son aprobados por un comité de expertos.	35%	3%
<b>Australia</b>	Concesible	Minerales son del Estado. El litio es tratado como cualquier otro producto mineral.	30%	5%
<b>Bolivia</b>	<b>No concesible</b>	Por decreto, desde 6 de diciembre de 2010 todas las concesiones mineras vigentes pasan a ser "transitorias". Litio, como recurso evaporítico, solo puede ser explotado por la empresa estatal COMIBOL hasta los productos químicos básicos. Para productos secundarios COMIBOL podrá asociarse con privados manteniendo la mayoría estatal.	25%	12,5
<b>Canadá</b>	Concesible	Minerales son del Estado.	16,5	10-16%
<b>Chile</b>	<b>No concesible</b>	Litio considerado estratégico y de interés nuclear. Debe explotarse por el Estado o sus empresas o con contratos especiales. En concesiones anteriores al año 1979 se puede extraer Li, para lo cual se requiere una autorización de la CCHEN que fija la cantidad total de Li equivalente que puede vender. En concesiones del año 1983 en adelante solo puede explotarse por el Estado o sus empresas o con contratos especiales. El privado solo puede extraer las otras sustancias concesibles y separar el Litio a solicitud del Estado, El Estado se reserva la primera opción de compra. La CCHEN representa los intereses del Estado en materias de litio.	27%	-6,8% para litio -Arriendo a CORFO (SQM)
<b>EEUU</b>	No se requiere concesión	Dueño de un terreno es dueño del subsuelo. Al explotar litio, extrae minerales de su propiedad.	15-35%	--

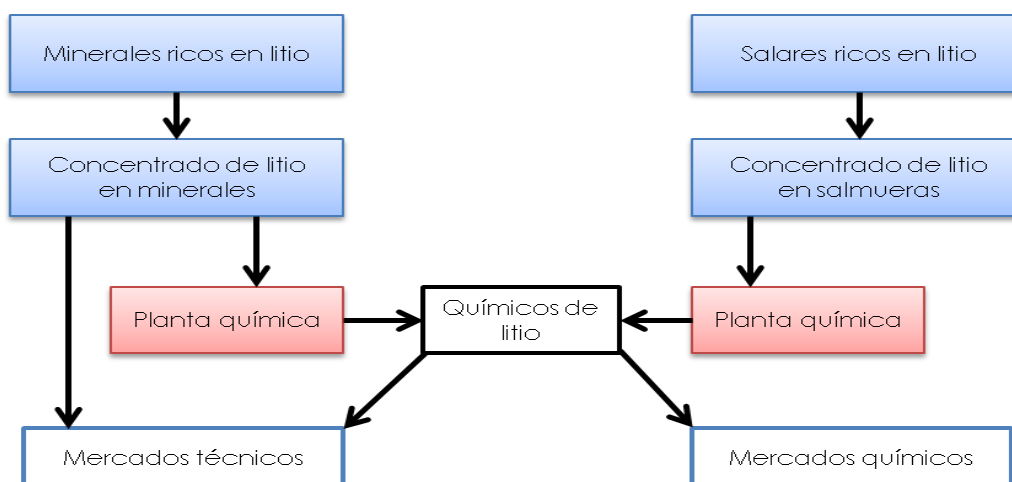
Fuente: COCHILCO

No se dispone de información respecto a políticas específicas para el litio en China, en particular sobre las opciones de inversión para privados extranjeros.

#### 4. CHILE HA PERDIDO LIDERAZGO EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LITIO

La producción mundial de litio se divide en dos grupos, según el origen de la materia prima de la cual se genera el producto de litio. Por una parte, están los salares a través de la extracción de las salmueras, su concentración por evaporación solar en pozas y tratamiento de la solución de Li en plantas químicas para obtener los tres productos básicos de litio (Carbonato, Cloruro e Hidróxido de Litio). La parte restante se obtiene desde rocas pegmatíticas con métodos mineros convencionales en operaciones a rajo abierto, su concentración en plantas de flotación y el tratamiento del concentrado de Li en plantas químicas. Parte del concentrado de Li tiene aplicación directa en los mercados técnicos, es decir, en industrias de vidrios, cerámicas, fundiciones, entre otras. El esquema de la Fig. 1 resume el flujo de producción.

**Fig. 1: Fuentes y cadena de producción del litio**



Fuente: COCHILCO en base a información de las empresas productoras de litio.

La tabla 4 resume la capacidad productiva y la producción efectiva al año 2012, según el origen del recurso litio y el país productor. Cabe señalar que la información de producción a partir de los salares corresponde al Li contenido en los productos químicos, mientras que la producción de origen en las rocas corresponde al Li contenido en los minerales concentrados parte de los cuales se convierten en productos químicos y el resto se aplica directamente en la industria consumidora.

**Tabla 4. Distribución global de la producción de litio según fuente y país.**

Tipo de yacimientos	País	Capacidad actual (tpa LCE)	Producción (tpa LCE)		Participación prod. 2012
			2011	2012	
<b>Salar (Salmuera)</b>		<b>118.650</b>	<b>83.295</b>	<b>89.920</b>	<b>50,4%</b>
	<i>Chile</i>	76.000	63.300	65.620	36,8%
	<i>Argentina</i>	18.700	14.045	17.610	9,9%
	<i>China</i>	18.950	4.950	4.190	2,3%
	<i>EEUU</i>	5.000	1.000	2.500	1,4%
<b>Rocas (Pegmatita)</b>		<b>193.025</b>	<b>79.106</b>	<b>88.500</b>	<b>49,6%</b>
	<i>Australia</i>	127.000	62.560	67.520	37,8%
	<i>Canadá</i>	20.000			
	<i>China</i>	36.125	7.900	11.800	6,6%
	<i>Zimbabwe</i>	6.000	5.400	5.400	3,0%
	<i>Portugal</i>	2.000	2.320	2.500	1,4%
	<i>Brasil</i>	1.200	830	1.210	0,7%
	<i>España</i>	700	96	70	0,0%
<b>TOTAL</b>		<b>311.675</b>	<b>162.400</b>	<b>178.420</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: COCHILCO en base a USGS, Secretaria de Minería Argentina, compañías productores, Sernageomin, Roskill, IGM y DNMP.

De la tabla se desprende que:

- Desde 2012, Australia aventaja a Chile en la producción de Li. Aunque esa producción es sólo de mineral concentrado que se exporta a China donde una parte se convierte en productos químicos.
- Australia y China tienen una gran capacidad de producción de minerales de litio subutilizada, por lo que en un shock de demanda pueden reaccionar con gran rapidez.
- Chile y Argentina tienen su capacidad de producción con una alta tasa de ocupación, por lo que requieren de incrementarla para atender el crecimiento de la demanda.

## 5. CHILE CARECE DE PROYECTOS DE NUEVA PRODUCCIÓN DE LITIO

La tabla 5 siguiente muestra la proyección de capacidad productiva potencial de los principales países al año 2020, considerando el aporte de sus proyectos en el evento que se pusieran en marcha según lo estimado por las empresas.

De esta información se desprende que Australia que actualmente es el líder en capacidad, la que se mantendrá inalterada. A su vez, Argentina posee el mayor potencial con siete proyectos en los salares de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, con lo que alcanzaría a las 117 mil ton/año, posicionándose como el segundo país de mayor capacidad productiva mundial.



**Tabla 5: Capacidad total proyectada según país en tpa de LCE**

País	Cap. Instalada	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	18.700	30.450	36.325	52.200	72.200	97.200	110.950	117.200
Australia <sup>(1)</sup>	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
Canadá <sup>(2)</sup>	20.000	20.000	20.000	20.000	54.150	71.225	88.300	88.300
Chile <sup>(3)</sup>	76.000	86.000	91.000	96.000	96.000	96.000	96.000	96.000
China	55.075	62.575	71.325	85.075	91.325	95.075	95.075	95.075
EEUU <sup>(4)</sup>	5.000	5.000	7.500	18.750	32.500	41.250	58.000	64.500
Otros <sup>(5)</sup>	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900	9.900
<b>Total</b>	<b>311.675</b>	<b>340.925</b>	<b>363.050</b>	<b>408.925</b>	<b>483.075</b>	<b>537.650</b>	<b>585.225</b>	<b>597.975</b>

**Notas:**

Proyección considera solo proyectos en etapa de factibilidad; se calcula en base al 50% de la capacidad de diseño durante el primer año del proyecto, 75% en el segundo año y 100% a partir del tercer año.

<sup>(1)</sup> Considera la operación de Mount Cattlin a pesar de que sus instalaciones fueron paralizadas.

<sup>(2)</sup> Considera la operación de Quebec Lithium a pesar de que las instalaciones fueron paralizadas. Además considera la puesta en marcha de los proyectos Wabouchi y Rose Tantalum.

<sup>(3)</sup> Considera la puesta en marcha de la expansión de Planta La Negra de SCL (Rockwood) en 2014, aunque esta aún no cuenta con alimentación suficiente de salmuera para hacer uso pleno de su capacidad.

<sup>(4)</sup> Considera proyectos de Kings Valley, Salton Sea, Smackover y la expansión de Silver Peak.

<sup>(5)</sup> Considera los países Brasil, España, Portugal y Zimbabwe, que no cuentan con proyectos en factibilidad.

**Fuente: Elaborado en COCHILCO sobre la base de publicaciones internacionales**

A su vez EE.UU. tiene una gama de proyectos que destacan por el salto tecnológico que permitiría explotar otros tipos de recursos de litio, tales como salmueras de campos petrolíferos y de campos geotérmicos y recursos de arcilla (hectorita), que en su conjunto llevaría a completar una capacidad de 64,5 mil ton/año. El proyecto basado en hectorita corresponde al que se desarrolla integrado a la mega fábrica de baterías de litio del fabricante de autos eléctricos Tesla.

Por su parte, Canadá se introdujo en 2013 a la oferta de litio con la mina Quebec Lithium, y durante los próximos años tiene el potencial de aumentar su capacidad a 88 mil ton/año.

China incrementará su capacidad local tanto en salares como en minerales, llegando a 95 mil ton/año de capacidad, lo que se suma al dominio que ostenta en la mayor parte de la producción de minerales de litio en Australia.

En este escenario, Chile sólo registra un aumento de capacidad de planta de carbonato de litio grado batería por 20 mil ton/año en proceso de puesta en marcha. Sin embargo, Rockwood Lithium (RL) no cuenta aún con alimentación suficiente de salmuera para hacer uso pleno de su capacidad de producción ampliada (48 mil ton/año).

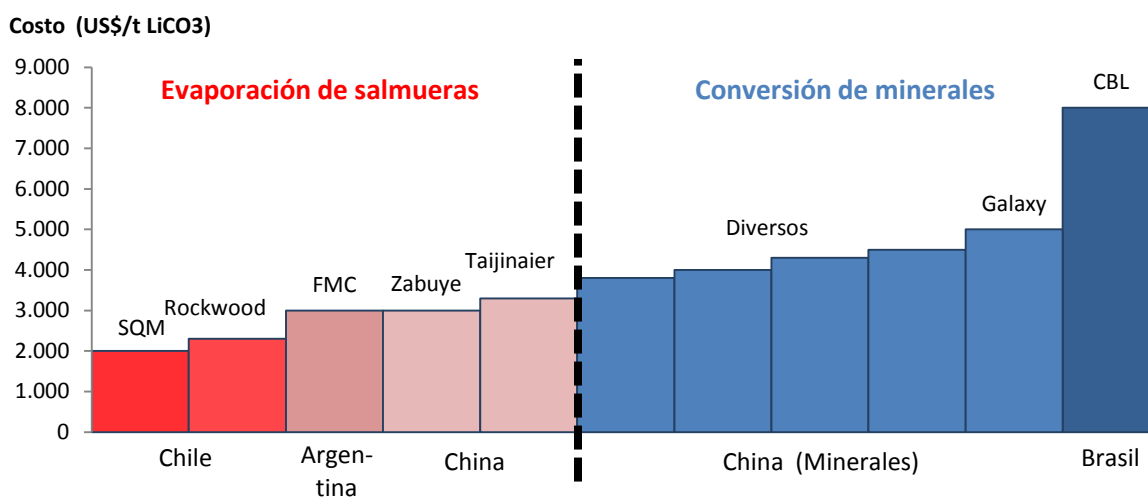
Otros dos proyectos están suspendidos (Ampliación de SQM por 12 mil ton/año y el proyecto en el Salar de Maricunga de Li3 Energy (15 mil ton/año). El proyecto de Simbalik en Maricunga, estaría siendo abandonado según los antecedentes que se lograron recabar (35 mil ton/año).

Como resultado de lo anterior Chile bajaría al tercer lugar en capacidad productiva al año 2020. Sin embargo, si RL no puede aprovechar la capacidad de su nueva planta, nuestro país quedaría solo en el cuarto lugar después de China.

## 6. LA POSICIÓN COMPETITIVA DE CHILE ESTÁ AMENAZADA POR NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EXTRACCIÓN DEL LITIO

Actualmente, el método de extracción más competitivo es la evaporación solar ya que no requiere mayores instalaciones de planta y utiliza la energía del sol. Los únicos costos de producción a partir de las salmueras son por el uso de reactivos químicos ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y otros), energía y combustibles durante el proceso de purificación y precipitación en la planta química. Por ello, este tipo de operaciones actualmente tiene el menor costo de producción de carbonato de litio y la mayor capacidad productiva (Fig. 2).

Fig. 2. Costos de producción de carbonato de litio según operación y tipo de materia prima



Fuente: COCHILCO en base a Roskill (2013)

Sin embargo, existen otras tecnologías que tienen una ventaja frente a este método, las que se detallan en tabla 6.

En el caso del tratamiento de salmueras existen como alternativas la osmosis inversa, extracción química y extracción por solvente. Estas tres tecnologías reducen el tiempo de extracción de litio de meses a horas, y además tienen el beneficio de no depender de las condiciones climáticas del lugar. Aun así, requerirán de instalaciones de planta mayores que la evaporación solar y tendrán un mayor consumo de energía eléctrica.

Otra alternativa importante en el ámbito de la conversión de minerales es el tostado de arcillas de rocas sedimentarias, que tiene un costo inferior que los métodos actualmente utilizados y es comparable con las operaciones de evaporación solar en Argentina y China, de manera que esta tecnología se está convirtiendo en una alternativa viable para la producción de litio. La empresa Western Lithium incluso ya está operando una planta piloto en la cual tratará las hectoritas de su yacimiento Kings Valley en Nevada, impulsada por la cercanía de este depósito a la futura planta de Tesla, creando sinergias entre los dos proyectos.

**Tabla 6. Comparación competitiva de tecnologías extractivas**

	Método	Ventajas	Desventajas
<b>Salmueras</b>	Evaporación solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>No requiere de grandes instalaciones de planta, ni de equipamiento mayor.</li> <li>No requiere proceso de conminución.</li> <li>Bajo costo operacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tiempo requerido para cosechar el litio es entre 12 y 24 meses.</li> <li>Evaporación depende del clima (evaporación vs. precipitaciones).</li> <li>Elevada concentración de Mg complica extracción y requiere mayor consumo de reactivos.</li> <li>Residuos salinos con poco valor (p.ej. sales impuras de Na y Mg).</li> </ul>
	Osmosis inversa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se extrae el litio dentro de horas reduciendo considerablemente el tiempo de operación frente a la evaporación solar en los salares.</li> <li>No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de producción de litio depende de la extracción de salmueras en la planta de energía geotérmica.</li> <li>Producción a escala comercial recién a partir de 2014.</li> </ul>
	Extracción química		<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de solventes y reactivos químicos.</li> <li>Requiere instalaciones de planta y equipamiento.</li> <li>Aún no probado a escala mayor/comercial.</li> </ul>
	Extracción por solvente		<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de solventes y reactivos químicos.</li> <li>Consumo de energía eléctrica.</li> <li>Requiere instalaciones de planta.</li> <li>Aún no probado a escala mayor/comercial.</li> </ul>
<b>Conversión de mineral</b>	Conversión de minerales pegmatíticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No depende de factores climáticos.</li> <li>Complementa la oferta restringida desde salares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere instalaciones de planta con mayores equipos.</li> <li>Alto consumo de energía en combustible durante la reducción de tamaño del mineral.</li> <li>Consumo de reactivos en las etapas de separación.</li> <li>Alto costo operacional.</li> </ul>
	Tostado de arcillas	<ul style="list-style-type: none"> <li>No depende de factores climáticos.</li> <li>No requiere conminución, menor costo operacional que conversión convencional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo operacional aún mayor a evaporación solar.</li> <li>Aún no probado a escala mayor/comercial.</li> </ul>
<p>Nota: Filas con sombreado celeste = métodos actualmente aplicadas.</p>			

Fuente: COCHILCO

Aunque la mayoría de las nuevas tecnologías no ha sido probada a mayor escala, tienen un gran potencial para convertirse en operaciones reales y competitivas, tanto en capacidad productiva como en costo de producción (Fig. 2). Por lo tanto, el privilegio que hoy en día poseen las instalaciones en el Salar de Atacama se podrá ver afectado.

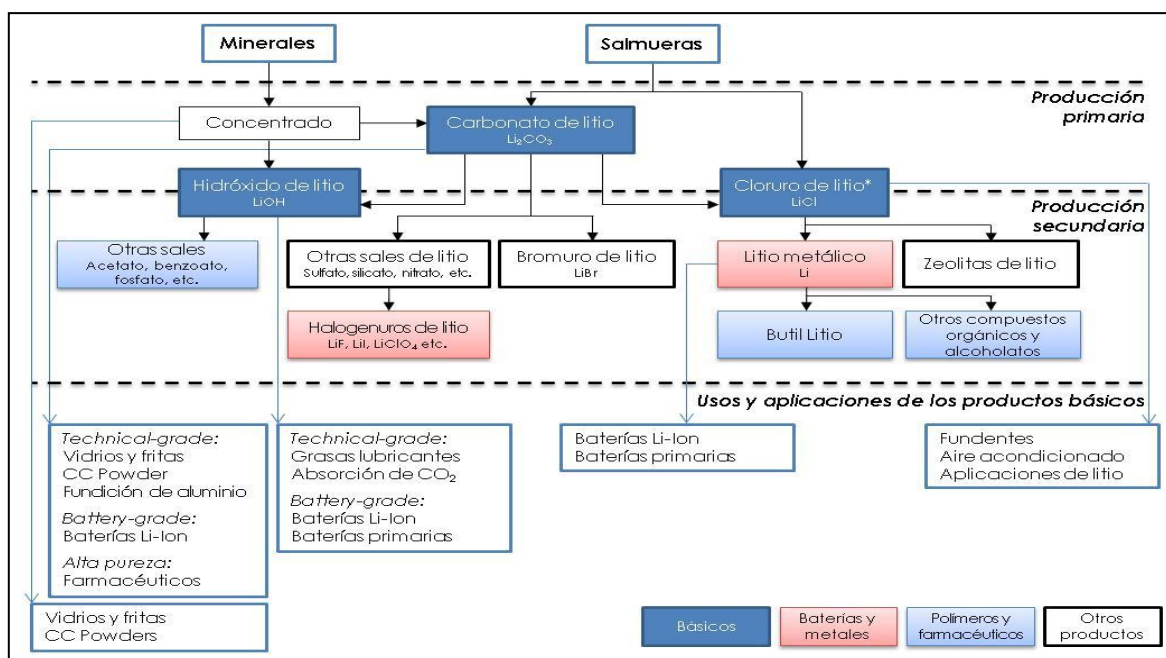
Además existen otras iniciativas de compañías mineras con proyectos de litio, tales como Stria Lithium, que cuenta con proyectos de litio en Canadá y EE.UU. y trabaja en procesos propios de recuperación de litio desde espodumeno así como salmuera. Una planta piloto está prevista para principios de 2015.

Asimismo, Reed Resources, dueño del proyecto Mount Marion en el suroeste de Australia, se encuentra desarrollando un proceso para producir hidróxido de litio de alta pureza directamente desde concentrados de espodumeno. Ya cuenta con una patente australiana concedida y una planta de demostración en Buffalo, EE.UU.

## 7. CHILE SOLO PRODUCE PRODUCTOS PRIMARIOS DE LITIO

La siguiente figura 3 muestra la cadena de producción de la industria del litio donde se distingue los productos primarios o básicos, verdaderos commodities que tienen usos directos específicos, y los productos secundarios derivados de los anteriores los cuales tienen una amplia gama de aplicaciones.

Fig. 3: Cadena de producción del litio



Nota:

\* El cloruro de litio es un producto primario cuando se obtiene directamente de la salmuera y un producto secundario en caso de elaborarlo a partir del carbonato o hidróxido de litio.

Fuente: COCHILCO en base a información de las empresas productoras de litio

Las plantas químicas de SQM y Rockwood Lithium (RL) en Antofagasta producen sólo productos básicos. Ambas, carbonato de litio grado técnico de uso amplio en la industria, aunque RL acaba de montar una planta para producir el carbonato grado batería como insumo para los electrodos de las baterías Li-ión. SQM produce hidróxido de litio grado técnico por conversión de carbonato de litio. A su vez, RL produce directamente cloruro de litio, vía purificación de la salmuera sin pasar por la conversión desde el carbonato.

SQM tuvo una experiencia fallida de producción en EE.UU. de ISO-butil-litio (producto secundario) y no ha retomado el camino de avanzar en la producción secundaria.

Por su parte, RL Chile forma parte de un conglomerado químico mundial con presencia relevante en el mercado de los productos secundarios que elabora en sus fábricas de Europa, EE.UU. y Asia, sin embargo, hasta el momento no ha mostrado iniciativas de realizar inversiones de este tipo en Chile.

## 8. MAYOR POTENCIAL DE CONSUMO DE LITIO: ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Las aplicaciones del litio se pueden dividir en usos convencionales, emergentes y futuros, dependiendo de la evolución de la demanda, es decir, en función de su desarrollo presente y futuro. La tabla 7 clasifica las aplicaciones del litio según las perspectivas de consumo.

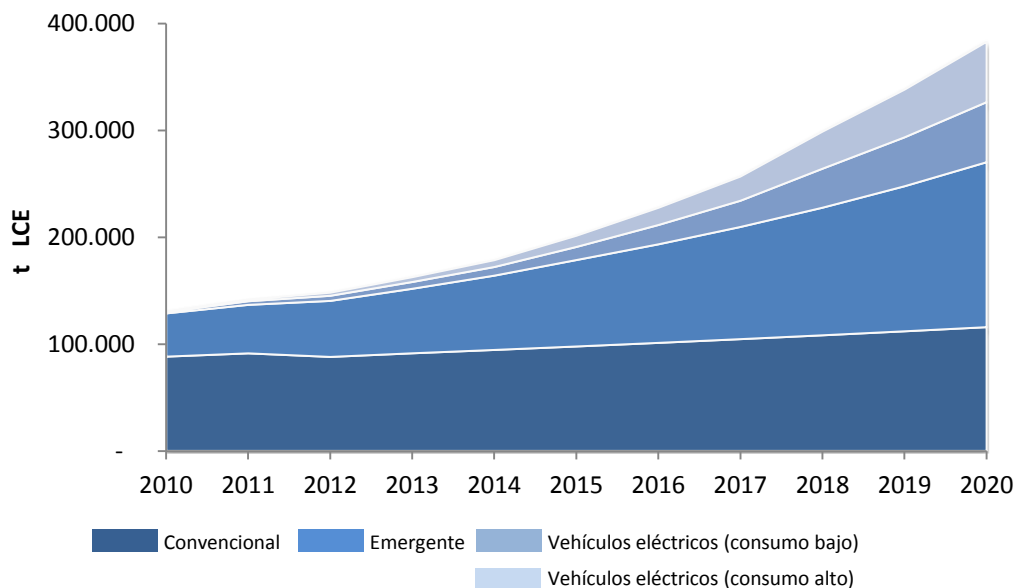
**Tabla 7. Clasificación de aplicaciones según su crecimiento**

Tipo de uso	Aplicaciones	Tasa de crecimiento de la demanda
<b>Convencional</b>	Fabricación de vidrios y cerámicas. Grasas lubricantes de alta temperatura. <i>Continuous casting</i> , aire acondicionado, polímeros, farmacéuticos, entre otros.	Menor
<b>Emergente</b>	Baterías de alta densidad energética. Aleaciones de bajo peso en la industria aeroespacial. Refuerzo de hojas de turbinas. Baterías de gran escala para almacenamiento de energía eléctrica.	Alta (15% anual)
<b>Futuro</b>	Baterías recargables para vehículos eléctricos Reactores de fusión nuclear	Alta a partir de 2015/16 ( $\geq 15\%$ anual) A partir del 2050

Fuente: Talison (2012)

A su vez, la visión prospectiva del consumo de litio, a partir del 2010, se muestra en la siguiente figura 4. La magnitud del consumo dependería significativamente del desarrollo de la industria de vehículos eléctricos y la penetración que logren las baterías de litio.

**Fig. 4: Proyecciones de consumo de litio en relación a sus aplicaciones y el respectivo crecimiento**



Fuente: Talison (2012)

Mientras los usos convencionales mostrarán un bajo crecimiento durante los próximos años, las aplicaciones emergentes y futuras tendrán un alto crecimiento con una tasa mayor a 15% anual.

En tanto, los usos emergentes incluyen las aplicaciones con altas tasas de crecimiento de la demanda, tales como las baterías de alta densidad energética (recargables en portátiles), baterías de gran escala para estabilización de redes eléctricas, aleaciones de bajo peso y refuerzo de hojas de turbinas. Actualmente, estos sectores acumulan cerca del 30% de la demanda (Talison, 2012). Respecto del crecimiento de la demanda, durante los últimos años registraron un incremento anual de 20% y hacia el 2020 se espera que se mantenga en un nivel de 15%.

En relación a los usos futuros son aquellos cuya magnitud de aumento depende de las innovaciones tecnológicas de las baterías sobre todo en cuanto a su densidad energética y precio, para hacer viable su aplicación más masiva en vehículos. Además influye el desarrollo económico de Asia y el incremento del consumo que implica para los usos de las baterías.

Uno de los usos futuros son las baterías para vehículos eléctricos (bicicletas, *scooters*, autos, buses, taxis y camiones) que en este momento solo abarcan el 2% de la demanda total mundial. Sin embargo, se prevé un fuerte crecimiento a partir de 2015/2016 que podría llevar a que esta aplicación sea responsable de un cuarto del consumo.

El anuncio de este año de la construcción de una planta de construcción de baterías para vehículos eléctricos fabricados, la que construirá Tesla en conjunto con Panasonic en el estado de Nevada, subraya el potencial de este segmento del mercado.

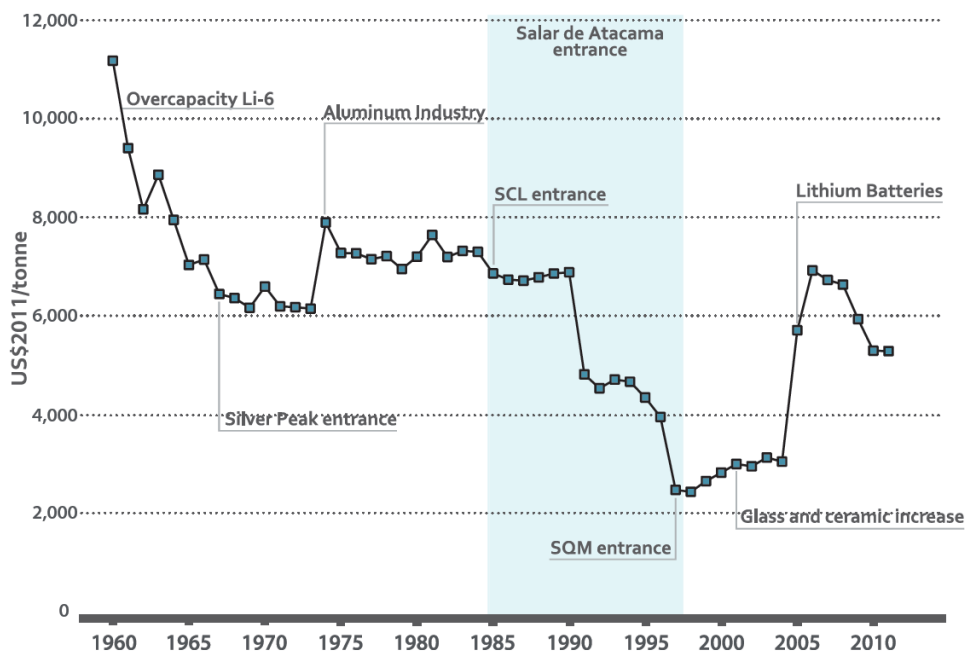
## **9. PRECIOS DAN AMPLIO MARGEN A PRODUCTORES DE BAJO COSTO**

El carbonato de litio es el producto básico de la industria del litio, por lo que su valor es una referencia indicativa para los restantes productos. No existe una cotización internacional para el precio del carbonato de litio y su valor se establece considerando las transacciones entre compradores y vendedores de mayor significación y generalmente lo que se llega a conocer es un rango en que se mueven dichas transacciones.

La figura 5 muestra la trayectoria histórica del precio internacional del carbonato de litio, con indicación de los hitos que marcaron cambios bruscos en el mercado internacional. Como se puede apreciar, el menor precio se registró cuando ingresó SQM al mercado del litio, por ser el productor de más bajo costo, lo que en su época significó la salida de la mayoría de los productores basados en mineral de litio.

Sin embargo, ante la mayor demanda por litio para baterías, se ha expandido la oferta por el lado de mayor capacidad de producción mineral, principalmente en Australia con intereses directos chinos, que por ser de mayor costo de producción ha permitido el incremento de los precios (Fig. 5).

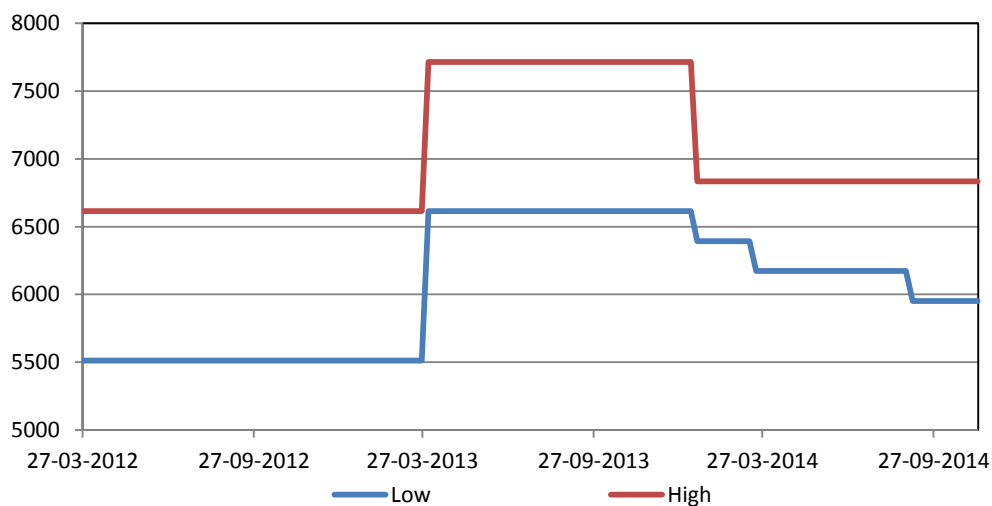
**Fig. 5: Precio histórico de carbonato de litio en US\$/ton**



Fuente: GEM (2012)

A su vez, en la figura 6 se incluye también la información del rango de precios semanales del carbonato de litio en el mercado norteamericano en el período más reciente entre el 27-marzo-2012 y el 19-nov-2014, publicado por la revista especializada Industrial Minerals.

**Fig. 6: Rango de precio de carbonato de litio en US\$/ton**



Nota: Contratos grandes, despacho continental EE.UU., convertido de US\$/lb

Fuente: COCHILCO sobre la base de datos de Industrial Minerals

Cabe señalar que el precio tiende a situarse en la zona cercana al nivel de mayor costo de producción entre los oferentes<sup>2</sup>. Esta política predominante en el mercado internacional favorece a los productores de menor costo como son los de Chile.

## **10. PREDOMINIO DE ASOCIACIONES ESTRATÉGICAS EN LA INDUSTRIA DEL LITIO**

El mercado internacional del litio tiende a mostrar asociaciones estratégicas entre productores y consumidores, es decir, entre compañías mineras, químicas y grupos empresariales con líneas de negocios en las cuales se aplican compuestos de litio. Una parte del desarrollo de los proyectos en Argentina está basado en el apoyo de conglomerados interesados en asegurar el abastecimiento futuro de litio. Por ejemplo, Toyota.

Esta tendencia se ha visto reforzada durante el año 2014. Cabe resaltar la compra de la australiana Talison Lithium en 2013 por parte de Sichuan Tianqui Lithium Industry, a través de la cual el país chino obtuvo una posición dominante en el mercado. Este hito fue seguido por la compra del 49% de Talison Tianqi por el holding Rockwood, quedando el 51% en poder de Tianqi. Esta transacción fue completada en mayo de 2014 y ha llevado a una mayor concentración de la oferta de litio.

Finalmente, en julio de 2014 se anunció la fusión de las compañías Albemarle y Rockwood, con lo que se complejiza aún más el escenario de la productora más grande. La transacción está sujeta a aprobaciones regulatorias y de los accionistas y otras condiciones de cierre habituales, y se espera que se cierre en el primer trimestre de 2015.

Cabe señalar que la actual compañía chilena Rockwood Lithium Chile (ex SCL) será de propiedad de Albemarle una vez completada la citada fusión.

Dado el predominio de las asociaciones estratégicas, se está registrando una mayor concentración del mercado caracterizado con la pérdida de calidad de la información sobre el comportamiento del mercado internacional.

---

<sup>2</sup> Ver Fig 2. Costos de producción de carbonato de litio según operación y tipo de materia prima



Informe elaborado en la  
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por

**Vicente Pérez Vidal**

Analista Minero

**Stefanie Schwarz**

Analista Minero

**Jorge Cantallopts Araya**

Director de Estudios y Políticas Públicas

Noviembre 2014