

**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL**



**“EL LITIO, VENTAJAS DE PRODUCCIÓN EN CHILE Y SOLUCIÓN  
PARA NO PERDER LIDERAZGO”**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS EN LA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AL TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL

**Profesor Guía: SR. MARCELO CUEVAS CÁCERES**

**Alumna: SRTA. CAROLINA SALDÍVAR VEGA**

**VIÑA DEL MAR, 2014**

## **Agradecimientos**

A mi madre Georgina Vega familia y profesor guía por el apoyo en todo momento, ya que, sin ellos este trabajo no podría ser posible.

## Índice

1	CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	2
1.1	El litio .....	2
1.2	Aplicaciones.....	3
1.2.1	Baterías de litio.....	5
1.3	Licitación .....	8
1.3.1	CEOL.....	9
1.4	Legislación .....	10
1.5	Abreviaciones .....	12
2	CAPITULO II: ESTUDIO .....	13
2.1	Historia.....	13
2.2	La industria del litio .....	15
2.3	La evolución de la batería de litio chilena .....	19
2.4	Demanda del litio y sus derivados .....	22
2.5	Oferta del litio y sus derivados .....	32

2.6	Estado actual chileno.....	44
2.7	Ventajas que tiene Chile con respecto al litio.....	49
3	CAPITULO III: RESULTADOS.....	57
4	CAPITULO IV: CONCLUSIONES .....	65
5	Referencias.....	69
6	Figuras.....	80
7	Tablas.....	82

## Índice de figuras

Figura 2.1 Aplicaciones principales de cada producto de litio .....	18
Figura 2.2 Demanda mundial de litio por país en los años 2002, 2007 y 2012 .....	31
Figura 2.3 Estimación de la demanda de litio desde 2010-2015 en escenario base .....	32
Figura 2.4 Total de reservas en el mundo por país en millones de tn .....	34
Figura 2.5 Producción de litio por origen 2005-2012 tn LCE .....	34
Figura 2.6 Capacidad productiva de proveedores actuales desde 2009-2025 .....	44
Figura 2.7 Participación en la producción de carbonato de litio .....	51
Figura 2.8 Principales países exportadores de carbonato de litio entre 2005 y 2012 .....	52
Figura 3.1 Producción de litio con actuales y nuevos productores 2011-2025 .....	61
Figura 3.2 Oferta y demanda de litio .....	62
Figura 6.1 Uso final de la industria en 2011 .....	80
Figura 6.2 Uso final de la industria año 2020 .....	80
Figura 6.3 Requerimientos de litio por fabricante de litio .....	81

## Índice de tablas

Tabla 2.1 Producción de litio en Chile en toneladas .....	36
Tabla 2.2 Comparación de las características relevantes de salares en el mundo	54
Tabla 3.1 Producción de litio por país en toneladas. 2012-2013 .....	58
Tabla 3.2 Aplicaciones de litio y su crecimiento .....	59
Tabla 3.3 Tasa de crecimiento de la demanda por periodo .....	60
Tabla 3.4 Costos de producción según país y tipo de materia prima.....	63
Tabla 3.5 Valor comercial de las principales exportaciones del mundo por periodo .....	63
Tabla 7.1 Producción de compuestos de litio de SQM año 2011-2013.....	82
Tabla 7.2 Precios FOB SQM (US\$/Tn) .....	82
Tabla 7.3 Producción de litio de SCL .....	82
Tabla 7.4 Precios FOB SCL (US\$/Tn) .....	83
Tabla 7.5 Demanda de LICO <sub>3</sub> al mundo y a Chile 2010-2013.....	83
Tabla 7.6 Demanda de baterías y pilas primarias en los años 2010-2013.....	84
Tabla 7.7 Países demandantes de hidróxido de litio y su valor comercial .....	85

Tabla 7.8 Valores comerciales del hidróxido de litio por periodo .....	85
Tabla 7.9 Producción mundial por país en tn de LCE .....	86
Tabla 7.10 Exportaciones de litio chileno por país en miles de US\$ de 2004-2013 .....	86
Tabla 7.11 Comparación competitiva de tecnologías extractivas.....	88
Tabla 7.12 Exportaciones de litio chileno por país en toneladas LCE de 2004-2013 .....	89

## **Abstract**

El presente trabajo da cuenta de la historia del litio en Chile, el estado del mercado nacional e internacional del mineral, la oferta y demanda mundial de los derivados del litio entre otros. Se hizo una investigación descriptiva en la cual se da a conocer la situación actual en que se encuentra la industria y especialmente Chile con su legislación, distinta a todos los países que explotan litio. A raíz de esto se da a conocer las alternativas de solución con la legislación actual y la legislación modificada del país.

This study realizes the history of lithium in Chile, the state of the domestic and international market of mineral, global supply and demand for lithium derivatives among others. Was made a descriptive study in which it is given to know the current situation that is found industry and especially Chile with its law, different from all countries exploiting lithium. After that, are disclosed alternative solutions to the current legislation and the amended legislation.

## Introducción

Se hace esta investigación debido a que es un tema país y por ende afecta a todos. Cabe destacar que al quedar estáticos en este tema se pierden valiosos recursos que podrían ser ocupados en diferentes ámbitos de la política pública. El litio es un mineral que no se está aprovechando al máximo, siendo que Chile tiene una de las mayores reservas de litio en el norte del país, sin mencionar que es un país minero y ya está posicionado como uno de los primeros países productores de litio.

Por ello, es necesario tener claro los pasos que debe seguir el estado en cuanto a la explotación y procesos que necesita este material, para determinar que es más conveniente a la hora de obtener recursos.

A continuación, se podrá encontrar todo lo referente al litio, empezando por su significado, aplicación en la industria, la historia mundial y nacional, la determinación de la oferta y demanda que pone en duda la efectividad de la actual legislación chilena, especialmente en el trato que esta le da, no concesible y estratégico. Se expondrán las ventajas que tienen los salares de Chile y las ventajas comparativas que tiene la producción chilena con el resto del mundo.

Se termina con los resultados del trabajo para luego dar paso a las conclusiones, donde se darán las alternativas de solución para luego optar por la más conveniente para el país.

# 1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1 El litio

El litio es un elemento químico del grupo de los alcalinos, viene del griego lithos que significa piedra, ya que, fue descubierto de un mineral como la petalita y el espodúmeno y no precisamente en tejidos de las plantas como los demás alcalinos. Su símbolo es Li y número atómico 3, su aspecto es blanco plateado y no se encuentra como metal puro, porque se oxida rápidamente al contacto con el aire, quedando de un color gris.

El litio se encuentra en la naturaleza en aproximadamente 145 minerales, pero solo en algunos de ellos puede considerarse en cantidades comerciales. El mineral se puede encontrar en pegmatitas, arcillas, en evaporitas no marinas, salmueras, en aguas salinas; yacimientos de petróleo, de boro, de berilio, de flúor, entre muchas otras. (Garcés, 2005)

“Los recursos mundiales de litio se los estima en 39 millones (M) de toneladas y se los explota de tres diferentes tipos de depósitos: salmueras, pegmatitas y rocas sedimentarias. Las salmueras representan alrededor del 66% de los recursos de litio y se encuentran principalmente en salares de Chile, Argentina, Bolivia, China y El Tíbet. Los depósitos pegmatíticos representan un 26% y se encuentran principalmente en Australia, Canadá y China. Las rocas sedimentarias representan el 8% restante y se encuentran en USA y Serbia”. Según (HCB, 2012)

Al mezclar el litio con otros compuestos, nace el cloruro de litio, hidróxido de litio y carbonato de litio, manipulados principalmente en el país.

“Los recursos de litio están presentes en Chile en las salmueras de salares entre las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Sin embargo su explotación se realiza actualmente sólo en el Salar de Atacama (Región de Antofagasta) que contiene el reservorio de salmueras de mejor calidad mundial por su alta concentración de litio contenido y de otras sales de interés (potásicas y boratos), baja relación Magnesio/Litio y una condición climática óptima para la evaporación solar, energía necesaria para concentrar las soluciones. Estos factores inciden en que la explotación de salmueras en el Salar de Atacama sea actualmente la de menor costo en la industria del litio” (Pérez, 2013)

## **1.2 Aplicaciones**

El litio tiene diversas aplicaciones en el mundo, por ello es tan apetecido a nivel mundial. De este se saca el cloruro de litio del cual nace el carbonato de litio e hidróxido de litio. Del litio también se saca el concentrado de óxido de litio o más bien conocido como litio metálico del cual también se obtiene hidróxidos y carbonatos de litio. Según (SQM, 2014).

El cloruro de litio en solución, es usado como materia prima en la producción de numerosos derivados de litio. El carbonato de litio se utiliza en diversas industrias, ya que, de él se derivan cuatro compuestos. Siendo estos, el carbonato cristalizado,

que es usado para fritas cerámicas, vidrio cerámico, esmaltes vítreos, polvos para la colada del acero y en la elaboración de derivados de Litio. El carbonato granulado, se emplea principalmente para la fundición de aluminio. Carbonato en polvo, que es apropiado para aplicaciones que requieren un tamaño de partícula reducido. Y QLithium carbonate battery grade, que al tener partículas mucho más reducidas que el polvo, es usado para la producción de material de cátodo de baterías de ion litio y otras aplicaciones específicas. Por último se encuentra el hidróxido de litio, este se usa principalmente en la industria de las grasas lubricantes, más del 70% de estas en el mundo contienen litio. Y de este hidróxido también existen derivados, como: los lubricantes industriales, que son usados para grasas lubricantes, colorantes, baterías y en la elaboración de derivados de Litio. QLubelith™ Industrial Wet grade, grado industrial húmedo para minimizar las emisiones de polvo durante su manipulación. QLubelith™ Technical, para aplicaciones que requieren menores niveles de impurezas. Y por último, QLubelith™ Technical Oil coated, es el grado técnico oleoso para minimizar las emisiones de polvo durante la manipulación.

También sus usos llegan a la medicina, pues, la (U.S National Library of Medicine, 2014), dice que es usado contra la manía en personas con trastorno bipolar. También en la depresión, la esquizofrenia, trastornos de control de impulsos y ciertas enfermedades mentales en los niños.

Además, el nitrato de litio es un agente oxidante utilizado en la fabricación de fuegos artificiales, en la disminución de las temperaturas y como un catalizador que acelera

la descomposición de óxidos de nitrógeno, a través de la oxidación. Como lo dice (TODINI, 2014).

También, es usado en aeronaves espaciales y barcos, ya que los recubren por una fina capa de hidróxido de litio, lo que permite aguantar temperaturas que alcanza la nave al entrar y salir de la atmósfera que pueden superar los 1500°C. Asimismo, como materia prima en energía nuclear, porque ciertos isótopos, desprenden una gran cantidad de energía que puede ser controlada y absorbida llegando a dar en un día la energía que podría suministrar una central hidroeléctrica en un año. Así lo muestra el sitio (bateriasdelitio.es, 2008).

### **1.2.1 Baterías de litio**

En su estructura convencional, una batería de iones de litio contiene un ánodo de grafito, un cátodo formado por un óxido de metal de litio y un electrolito que consiste en una solución de sales de litio mezclados con disolventes orgánicos. Existen dos tipos las baterías, las primarias que son las desechables y las secundarias que son recargables.

Las baterías de litio se fabrican principalmente con carbonato e hidróxido de litio, siendo la materia prima ideal para la producción de baterías secundarias recargables. Debido a su elevado potencial electroquímico y su baja densidad, el litio se usa como material de fabricación de cátodo en baterías secundarias y como material ánodo en baterías primarias no recargables. (SQM, 2010). Y como el litio

es el metal más ligero da lugar a una alta capacidad definida, permitiendo obtener la misma energía con un peso muy inferior. Es por ello que se usa para estos fines. (CSIC, 1996).

Las principales características y ventajas para que se hagan baterías de litio son que este mineral es el elemento sólido más liviano a temperatura ambiente, tiene una baja capacidad de expansión térmica, posee un elevado potencial electroquímico y baja densidad, al mismo tiempo que es el sólido que posee la mayor capacidad calórica. (SQM, 2012)

“El uso de litio en la batería de portátiles se masificó hacia fines de los 90’s con la introducción de las baterías de litio polímero, las cuales pueden contener el electrolito en un polímero sólido, y ya no es necesario un solvente líquido contenido en una estructura metálica rígida. Con esta ventaja, se comenzaron a fabricar baterías que se amoldan a la forma de los distintos artículos portátiles”. (SQM, 2012).

En el año 2003 las baterías de litio ocupaban el 12% del mercado mundial según (SQM, 2003). Conforme avanzan los años va aumentando el uso de las baterías, ya en 2007 como lo dice en su memoria (SQM, 2007) las baterías representan uno de los principales usos de litio, el 25% del consumo de los químicos de litio se destinaba a estas baterías, las cuales se usan en teléfonos móviles, computadores portátiles, cámaras digitales, agendas electrónicas, y MP3s, entre otros.

Teniendo ya las baterías de litio, se da paso para crear vehículos eléctricos, ya que dadas sus características son las baterías que mejor se adecuan a este tipo de vehículos. Los automóviles que pueden funcionar con estas baterías son llamados autos eléctricos e híbridos y los hay de 3 tipos, vehículos eléctricos híbridos, VEH, que funcionan con electricidad y diésel. Vehículos eléctricos híbridos que se pueden enchufar, plug-in, PHEV. Estos necesitan para funcionar de una batería para acumular la energía generada por el motor a combustión interna y por diversos procesos que liberan energía. Los PHEV se pueden conectar a la red eléctrica para recargar la batería. (Lagos, 2009). Y por último los autos solamente eléctricos que funcionan al 100% con motores eléctricos, solo con baterías.

Hay dos autores que se contraponen en el asunto de las baterías de litio. Uno es William Tahil, el cual decía que el mundo se había enamorado de la batería de ión-litio y que esta solo podía sostener artefactos electrónicos portátiles, no para aplicaciones en vehículos eléctricos, ya que, sus análisis de los recursos geológicos de litio indican que hay litio disponible en la tierra para mantener la fabricación de vehículos eléctricos pero las tasas de agotamiento excederían las tasas de agotamiento del petróleo actuales, por lo que se estaría cambiando la dependencia de un recurso natural, por otro que se acabará muy pronto, otros contras que prevé Williams son el costo elevado de las baterías, que hacen que el precio de los automóviles se eleve a más del triple en algunos modelos, también el tamaño de la batería, que para hacer funcionar un automóvil debe ser bastante grande más del doble que las baterías actuales, y por último el tiempo de carga de estas que

superaría las cinco horas, cada vez que la batería se descargue. (TAHIL, 2006). Keith Evans en su artículo (Evans K. , 2009) desmiente a Tahil, puesto que este desestimaba recursos importantísimos a nivel mundial, ya que había discrepancia entre reserva mundial y reserva base, esta última era la cual Tahil usaba como medida para sus estimaciones, la cual era más estricta que las reservas totales. La reserva base solo considera el recurso identificado que cumple con criterios mínimos relacionados con las prácticas de minería y producción actual. Según Evans, esto bajaba considerablemente el número de reservas en el mundo, reservas que con la tecnología actual podrían producir litio a escalas más económicas.

### **1.3 Licitación**

La constitución de la república establece que “los yacimientos de sustancias no susceptibles a concesión, podrán ejecutarse directamente por el estado o por sus empresas, o por medio de concesiones administrativas o de contratos especiales de operación, con los requisitos y bajo condiciones que el presidente de la república fije para cada caso, por decreto supremo”. (EDITORIAL JURIDICA DE CHILE, 1984)

La licitación pública según (DIRECCIÓN CHILE COMPRA a, 2012) es un “Procedimiento administrativo de carácter concursal mediante el cual la administración realiza un llamado público, convocando a los interesados para que,

sujetándose a las bases fijadas, formulen propuestas, de entre las cuales seleccionará y aceptará la más conveniente”

“Licitación o Propuesta Privada: procedimiento administrativo de carácter concursal, previa resolución fundada que lo disponga, mediante el cual la Administración invita a determinadas personas para que, sujetándose a las bases fijadas, formulen propuestas, de entre las cuales seleccionará y aceptará la más conveniente”. (DIRECCIÓN CHILE COMPRA b, 2012).

### **1.3.1 CEOL**

Como el litio es un material no concesible, solo dos empresas pueden explotarlo en Chile, puesto que la ley así lo determina. En el año 2012, el gobierno estableció que el mercado del litio estaba creciendo a pasos agigantados, lo mismo que su precio. Por esta razón el gobierno de aquel entonces, junto con el ministro de minería Pablo Wagner dio a conocer las medidas a tomar, considerando la implementación de los contratos especiales de operación de litio CEOL. (EMOL, 2012)

Estos contratos consisten en llamar a licitar una cuota de explotación en aquellas posesiones mineras donde el litio no se puede explotar por su carácter de no concesibilidad. Dicha cuota, que sería la primera de varias, corresponde sólo a un 1,3% de las reservas nacionales el salar de Atacama no era parte de la licitación. La cuota era de 100.000 tn del mineral, durante 20 años, desde la suscripción del contrato, lo que a juicio del ministro de minería tendría una recaudación de unos

US\$350 millones por cada proyecto. Y el estado se vería beneficiado por el pago de cada proceso de licitación, por el 7% del valor de las ventas anuales, además de otros impuestos generales. (DIARIO U DE CHILE, 2012)

Los requisitos de participación eran personas naturales o jurídicas, solas o asociadas, estatales o privadas, nacionales o extranjeras, que retiren formalmente las bases de licitación dentro del plazo estipulado, el valor de las bases era de \$150.000 y se debían presentar las ofertas en la oficina de partes del ministerio de minería. (FTC, 2012).

#### **1.4 Legislación**

Las leyes dejan bien claro que el litio es un mineral no concesible. Cuando el artículo 3º, de la ley nº18.097 “cuando dice que no son susceptibles de concesión minera los hidrocarburos líquidos o gaseosos, el litio, los yacimientos de cualquier especie, en zonas que conforme a la ley, se determinen como de importancia para la seguridad nacional con efectos mineros, sin perjuicio de las concesiones mineras válidamente constituidas con anterioridad a la correspondiente declaración de no concesibilidad o de importancia para la seguridad nacional”. Es el caso de SCL que antes que se hiciera esta declaración, ya explotaba parte del salar de Atacama, es por ello que es la única empresa privada que puede explotar el litio, hasta que acaben sus reservas.

Este mineral se catalogó de esta forma desde el año 1984 cuando, la constitución en su capítulo III, artículo 19° dice que “el estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, comprendiéndose en éstas las covaderas, las arenas metalíferas, los salares, los depósitos de carbón e hidrocarburos y las demás sustancias fósiles, con excepción de las arcillas superficiales, no obstante la propiedad de las personas naturales o jurídicas sobre los terrenos en cuyas entrañas estuvieren situadas. Los predios superficiales estarán sujetos a las obligaciones y limitaciones que la ley señale para facilitar la exploración, la explotación y el beneficio de dichas minas”. (EDITORIAL JURIDICA DE CHILE, 1984)

Como se dijo anteriormente, la exploración, explotación y beneficios de las sustancias no concesionables, queda en manos del estado o sus empresas o concesiones administrativas o CEO y el presidente de la república puede terminar en cualquier momento, sin expresión de causa y con la indemnización que corresponda, a las concesiones administrativas o a los contratos de operación relativos a explotaciones ubicadas en zonas declaradas de importancia para la seguridad nacional.

El artículo 9° del código de minería, expone que podrá constituirse concesión minera sobre las sustancias concesibles de un yacimiento, aunque éste contenga también sustancias no concesibles. Eso sí, se deberá comunicar al estado la existencia de estas. El estado podrá exigir a los productores que separen la parte de las sustancias no concesibles que tengan presencia significativa en el producto, desde

un punto de vista técnico y económico, para entregársela o para enajenarlas por cuenta de él. Mientras el Estado no formule esa exigencia al productor, se presumirá de derecho que las sustancias no concesibles contenidas en los productos mineros respectivos no tienen presencia significativa en ellos. (EDITORIAL JURIDICA DE CHILE, 1983)

## **1.5 Abreviaciones**

Tn: Tonelada métrica

Mt: Toneladas métricas

Tpa: Toneladas métricas por año

LCE: Carbonato de litio equivalente

Kwh: Kilo watts hora

Kt: 1000 Toneladas

Ppm: Partes por millón

1 Tn de litio metálico = 5,3 tn de LCE

Gr/l: Gramo por litro

Mm: Milímetro

Msnm: Metros sobre el nivel del mar

Na: Sodio

Mg: Magnesio

LICO<sub>3</sub>: Carbonato de litio

LIOH: Hidróxido de litio

## 2 CAPITULO II: ESTUDIO

### 2.1 Historia

Este mineral se encuentra en la tierra desde el Big- Bang, pero fue descubierto recién en 1817 por Juan Augusto Arfwedson en Suecia, este como lo encontró en una petalita no pudo aislar el metal. Si lo hicieron otros químicos, William Brande y Humphry Davy, incluso el mismo año, por medio de la electricidad. El litio se encuentra en gran cantidad en la tierra, a pesar de esto es difícil extraerlo, pues no se encuentra al aire libre, por ser muy corrosivo en contacto con el aire y el agua. Se encuentra principalmente en salmueras naturales, como los salares y en rocas volcánicas de minerales, como la petalita y espodúmeno, por ello es difícil conseguirlo. Entonces hay que extraerla por descomposición, más bien “Se obtiene por electrólisis de una mezcla fundida de cloruros de litio y potasio”. (SHARPE, 1993).

En los primeros años solo se extraía material de rocas, con excepción del salar de Silver peak en Clayton Valley, Nevada. Las rocas eran principalmente de pegmatitas, que es una piedra que nace cuando el magma se enfría. En los años 80' cuando entra al mercado la producción de los salares de Chile y Argentina, es cuando la mayor producción de litio se empieza a extraer de los salares, dejando

casi nulas las extracciones de las rocas. Así en el año 2000 un 78% de la producción de litio provenía de los salares.

En Chile, la historia del litio comienza en 1962, cuando la empresa norteamericana Anaconda, buscaba agua en el salar de Atacama, Antofagasta. Estaba perforando el suelo cuando encontró agua, pero esta era más densa de lo común y tenía restos de sales, se encontraron frente a una salmuera. Analizaron sus componentes y los resultados obtenidos fueron de compuestos de litio, potasio, magnesio y boro. Este salar tiene una dimensión de 3.000 km cuadrados, siendo uno de los más grandes del mundo.

En el país, se encuentran dos compañías importantes explotando el litio, la primera y pionera en la industria nacional la Sociedad Chilena del litio Ltda., SCL. De propiedad de Chemetall Lithium, antes, Chipre Foote, que primeramente fue Foote Minerals y que en agosto de 2004 paso a manos de Rockwood Litio Inc, ROC. Fue fundada en 1980, como SCL, sus socias originales eran la CORFO dueña del 45 % y la estadounidense Foote, que contaba con la tecnología para extraer litio, 5 mil toneladas anuales de carbonato de litio fue su producción inicial. Ahora es una subsidiaria de propiedad total de Rockwood Litio Inc. la compañía hoy opera con dos centros de producción; en La Negra, cerca de Antofagasta, y en el Salar de Atacama. La sede se encuentra en Santiago de Chile. En 1984, Rockwood Litio inició la producción de carbonato de litio en su planta de La Negra. Esta empresa puede explotar hasta 200.000 tn al año, pero como es dueña de sus yacimientos, puede explotarla hasta que se agoten. (Rockwood lithium, 2014)

La segunda, nació de la unión de la Corporación de Ventas de Salitre y Yodo, Compañía Salitrera Anglo Lautaro, Compañía Victoria y el Estado para formar SQM, el 62,5% era de Anglo Lautaro y el 37,5% de CORFO, en 1968. Esta compañía se une como productora de litio por casualidad, ya que, CORFO inicio un proyecto para la explotación de potasio y boro en el salar de Atacama, tenía tres socios, Amax-Cyprus con un 64%, la empresa Molymet con un 11% y CORFO con un 25%. Al tiempo Amax-Cyprus se retiró del proyecto por lo que CORFO tuvo que buscar socios, ahí llega SQM buscando potasio para importar, con lo cual se convierte en socio de CORFO. A pesar de que esto sucedió en los años 80s es en 1997 que inicia la producción de carbonato de litio. (SQM, 2001). Como la empresa se conformó a mediados de los años 80, es decir, después de que la constitución en su capítulo tres dejara expreso que el estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, debe pagar un 6,8% de las ventas en impuestos como renta de arrendamiento. La empresa tiene el control de un 27% de la industria, y puede explotar hasta 180.000 tn. (El mostrador de mercados, 2012)

## **2.2 La industria del litio**

El litio se encuentra y explota actualmente por varias partes del mundo. Siendo Chile uno de los países con más recursos de este tipo. Su consumo también se distribuye a nivel mundial por el fuerte crecimiento de la producción tecnológica en los países desarrollados y subdesarrollados.

Chile, Bolivia y Argentina concentran más de la mitad de las casi 40 millones de toneladas de litio que, se estima, subyacen en el planeta, algo que llevó a la revista estadounidense Forbes a denominar a la región como la Arabia Saudita del litio. (BBC, 2012). Bolivia tiene el más grande yacimiento de litio en el mundo, en el salar de Uyuni, con estimaciones de más de nueve millones de toneladas. Le sigue Chile con el salar de Atacama, con 7 millones de toneladas y por último Argentina con el salar del Hombre Muerto en Catamarca, con recursos de alrededor de los seis millones de toneladas.

Chile, a pesar de no ser el primer país con más recursos de litio, sí fue el primero en producción hasta el año 2012, sobrepasado solamente por unas 2.000 tn de LCE. Desde 2012 la supero la empresa Talison, la australiana que produce concentrado de óxido de litio desde el mineral de roca. Las cosas se dieron de la siguiente forma según (SIGNUMBOX, 2013) La norteamericana Rockwood Lithium, ROC, firmo un acuerdo de joint venture con la empresa China Chengdu Tianqi, CT, para obtener el 49% de participación en Talison Lithium, compañía que hoy en día es el principal productor de litio en el mundo. La compañía China, ya había comprado el total de acciones de Talison Lithium en agosto de 2012. ROC accedió al 49% de Talison, quedando el 51% en manos de la compañía China. Cabe destacar que la norteamericana Rockwood Lithium, es propietaria de la sociedad chilena del litio, SCL.

Los principales países que producen litio son Australia, con la empresa Talison, Argentina, con la norteamericana FMC, China, con muchas empresas pero la más

destacada es Chengdu Tianqi, CT. EE.UU. Con Rockwood y Chile con SQM y SCL. Estas empresas son privadas, ningún país produce litio con empresas gubernamentales, excepto Bolivia, pero esta aún no produce litio económicamente rentable, ni es competencia para los principales productores.

Se debe recordar, que el litio tiene muchos derivados, de los cuales la población mundial se beneficia. Estos derivados de litio son usados en muchos mercados como, aire acondicionado, en la absorción de dióxido de carbono, la industria de la batería, la biotecnología, la industria de la construcción, vidrio, cerámica y esmalte, en el control de la humedad, como acelerante industrial, grasas industriales, fabricación de aluminio, síntesis orgánica, productos farmacéuticos, almacenamiento de calor térmica, la industria del caucho, soldadura y soldadura fuerte, etc. Como se ve en la figura 2.1, existen dos tipos de productos, los básicos y los especiales, los primeros se extraen principalmente de salmueras, también del mineral de roca, pero es más fácil sacar o transformar los productos especiales, que son del mineral de roca, como el espodumeno que de una posa salina como la salmuera, debido al proceso de extracción.

La producción primaria de compuestos de litio como cloruros e hidróxidos se da en América del sur y Australia y la producción secundaria de compuestos de litio, insumos para baterías, baterías de litio se realiza en China, Europa, Japón, Corea del Sur y EEUU, los cuales en su conjunto demandan cerca del 90% de la producción primaria

Figura 2.1 Aplicaciones principales de cada producto de litio

	Producto de litio	Aplicaciones principales
Productos básicos	Carbonato de litio	Elaboración de cloruro, hidróxido y otros productos especiales de litio
		Vidrios y cerámicas
		CC Powder ( <i>continuous casting</i> )
		Químicos y adhesivos
	Cloruro de litio	Elaboración de productos especiales de litio
		Fundentes
		Aire acondicionado
	Hidróxido de litio	Aplicaciones de aluminio
		Elaboración de productos especiales de litio
Grasas lubricantes		
Productos especiales	Litio metálico	Absorción de CO <sub>2</sub>
		Ánodos en baterías de litio no recargables
		Farmacéuticos
		Fusión nuclear
	Otros compuestos inorgánicos y orgánicos	Aleaciones de bajo peso (con Al)
		Componentes de baterías recargables de litio (inorgánicos)
		Polímeros (orgánicos)
		Agroquímicos (orgánicos)
		Farmacéuticos
		Electrolisis de aluminio
Materials electrónicos		

(COCHILCO, 2014)

El mercado del litio se estima en US\$2.200 millones, menos del 2% del mercado mundial del cobre. Y el valor total de las exportaciones de productos de litio en Chile alcanzó un máximo de US\$305,5 millones en 2012, en 2013 tuvo una baja alcanzando solo US\$282,9 millones.

Como se dijo con anterioridad, la industria nacional está en manos de dos empresas, este duopolio está conformado por SQM Y SCL. Ambas producen litio desde salmueras del salar de Atacama y a pesar que SCL, lleva más tiempo en el negocio, es SQM quien lleva la delantera en la producción de litio. Las dos producen

carbonato de litio, el compuesto más apetecido por la industria mundial. Sin embargo, el hidróxido solo lo produce SQM, una ventaja bastante considerable al momento de determinar las utilidades, ya que, su precio siempre ha estado por encima del carbonato, en 2013 al menos el precio del hidróxido era unos US\$ 800 superior al carbonato. Otra diferencia es la producción de cloruros, que en este caso si lo produce la SCL a un precio de US\$3.380 la tonelada. Los valores y toneladas se muestran más detalladamente en las tablas 7.1 Producción de compuestos de litio de SQM año 2011-2013; 7.2 Precios FOB SQM (US\$/Tn); 7.3 Producción de litio de SCL y 7.4 Precios FOB SCL (US\$/Tn)

### **2.3 La evolución de la batería de litio chilena**

El mercado del litio es un mercado dinámico, dada su versatilidad como elemento y las nuevas tecnologías que se han desarrollado en los últimos años. En el período 2003-2013 la demanda mundial de químicos de litio creció a una tasa promedio anual de 7%, crecimiento que fue impulsado por el desarrollo de las baterías recargables, las que crecieron aproximadamente a una tasa cercana al 25% anual en el mismo período. (SQM, 2013). Dado todo su potencial en demanda y uso, las baterías de litio tienen ciertas desventajas, por el hecho de ser una tecnología reciente. En el año 2011, el Precio por kWh de las baterías bordeaba los US\$ 1.000 /kWh y el target entregado por la industria de US\$ 200/kWh. La velocidad de carga, que se completaba en 45 min con cargadores rápidos de corriente continua a 50 KWh. y Por último la vida útil, que se establecía en 600 ciclos de carga profunda.

A pesar de que estas baterías han estado evolucionando desde 1974, es en los años 90 que la empresa Sony saca al mercado la batería de litio, con lo que revoluciona el mundo y la demanda de este mineral. En Chile, no es hasta la actualidad que un grupo de científicos puso como objetivo investigar acerca de las baterías para luego poder crearlas. En 2010 nace el Centro de Innovación del Litio, CIL, como proyecto del Centro de Energía (CE) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, con el fin de fomentar y contribuir al desarrollo nacional de la industria del litio, esto a largo plazo y como proyecto a desarrollar, un área de investigación aplicada sobre el uso del litio en baterías para vehículos eléctricos. Tiene la colaboración de las empresas chilenas productoras de litio SQM y SCL, además la multinacional Japonesa Marubeni, quién representa a NISSAN en Chile, fabricante del NISSAN LEAF, que es vendido desde Diciembre del 2010 en Japón y USA. Su meta es que en 2015 se resuelva la problemática de las baterías, todos sus avances serán tomados desde el año inicial de proyecto, el año 2010, así sus objetivos específicos son reducir su precio en 5 veces al que tenía en principio, aumentar el rango de uso por carga a más de 300 kms, manteniendo su tamaño y peso actual. Mejorar su velocidad de carga rápida a menos de 15 minutos y extender su vida útil a más de 10 años de uso, es decir, más de 1.000 Ciclos de carga. (Centro de energía, 2010) .

Ya en el año 2013, CIL presentaba su modelo de batería de litio hecho en Chile, llamada E-LI-Battery1.0 ® Designed in Chile by CIL, esta batería puede usarse sola o acoplarse para dar mayor rendimiento y dar funcionamiento a vehículos eléctricos.

Junto con la batería, crearon una aplicación Android para consolidar el sistema, este recibe la información de la batería permitiendo visualizar gráficamente el estado de carga, la velocidad, el desplazamiento, la posición geográfica, temperatura de la batería, entre otros. Transformándola en un sistema de baterías inteligentes. Este proyecto, intenta demostrar que Chile es capaz de producir innovaciones tecnológicas comerciales y diferenciadoras. Se desarrolló en los laboratorios de la Universidad de Chile participando más de 30 personas entre estudiantes, científicos e ingenieros, todo lo hicieron en alrededor de 10 meses y financiado con recursos propios sin subsidio alguno del Estado. Al momento de lanzar esta batería ya pensaban en sacar su versión más actualizada y en noviembre de este año se hizo realidad. Lanzaron Elibatt 4.0 que tiene un sistema de acumulación de energía en celdas de litio, esta puede ser ocupada sola o como complemento de energías renovables no convencionales, lo que permite guardar la energía y ocuparla cuando sea necesario. Pesa alrededor de 2 kg y está pensada para uso doméstico, pero al ser apilada puede usarse a mayor escala. Los avances llegan hasta la producción en serie de la batería, por lo que se prevé la llegada al mercado en el corto plazo, ya se inició con el modelo de negocios. La batería es reutilizable por lo que se contara con servicio técnico si se daña. CIL pretende crear la primera fábrica de baterías a escala industrial, esto, para el primer semestre de 2015, por lo que está en busca de socios e inversionistas tanto nacionales como internacionales para llevar a cabo el proyecto.

## **2.4 Demanda del litio y sus derivados**

El objetivo de determinar y analizar la demanda de los derivados es demostrar la cantidad de litio que se utiliza a nivel mundial. Se intentará identificar la demanda actual, explicarla e identificar la demanda futura.

Los derivados del litio que se analizarán son el carbonato de litio, el hidróxido de litio, el cloruro de litio y por último el litio metálico. En Chile, se producen los tres primeros, es decir, los más básicos, solo la materia prima, ya que, no cuenta con la tecnología ni el conocimiento para aplicarlas en grasas por ejemplo, o en baterías de litio, siendo que esta industria está en pleno crecimiento, por el aumento de la producción de productos electrónicos derivados del consumo de portátiles y en consecuencia se necesita más litio por batería.

Según la aplicación del litio se puede determinar el tipo de uso del litio, con lo cual se puede estimar el crecimiento de mercado de cada uno de estos usos. Para ello es necesario saber el porcentaje de aplicación en el mundo. Según COCHILCO, dice que el consumo de litio en el mundo por el uso final de la industria en el año 2011 se distribuye de la siguiente manera, vidrio y fritas 29%; baterías otras industrias 24%; grasas lubricantes 11%; colada continua 5%; aire acondicionado el 4%; polímeros 3%; aluminio 2%; fármacos, 2%; baterías de vehículos 2% y otros usos 17%. Como lo muestra la Figura 6.1 Uso final de la industria en 2011. Y para el año 2020 las estimaciones son más auspiciosas en cuanto a las baterías, ya que, las baterías de vehículos serán las más consumidas con un 25% del total de usos;

las baterías de otras industrias un 23%, vidrios y fritas un 18%, grasas lubricantes un 8%; un 4% de colada continua, un 2% para aire acondicionado; polímeros un 2%; fármacos un 1%; aluminio un 1% y otros usos un 16%. Como lo muestra la figura 6.2 Uso final de la industria año 2020

Des estos usos finales de la industria se pueden agrupar en tres tipos de usos, los usos convencionales del litio, que son las aplicaciones en la industria de vidrios y cerámicas, farmacéuticos y grasas lubricantes, que acumulan el 70% de la demanda del año 2012, su tasa de crecimiento es menor y depende del PIB global. Luego vienen los usos emergentes, que incluyen las baterías de alta densidad energética, baterías de gran escala para estabilización de redes eléctricas y aleaciones de bajo peso. En el año 2012 estos sectores acumulaban cerca del 30% de la demanda. Respecto del crecimiento durante los últimos años esta registró un incremento anual de 20% y hacia el 2020 se espera que se mantenga en un nivel de 15%. Por lo que su tasa de crecimiento se prevé alta. El último uso es el llamado uso futuro, donde las aplicaciones son de baterías de vehículos, desde bicicletas hasta camiones, en el 2012 este mercado abarcaba solo el 2% de la demanda mundial, pero conforme avanzan los años se vislumbra una demanda creciente, la magnitud exacta dependerá de las innovaciones tecnológicas en cuanto a la densidad energética, duración y precio (Aleé, 2011). Se prevé un crecimiento de más del 15% anual. En los tres usos, el mercado siempre crecerá, no de la misma forma, ya que, aumentara de una manera más lenta en los usos convencionales y en otras más rápidas como en los uso futuro.

Es por esta razón de crecimiento de mercado que algunos países quieren obtener este material y sus derivados para la producción de los productos mencionados anteriormente. Entre los países que demandan más el mineral, podemos encontrar a China, este gigante asiático a pesar de que cuenta con yacimientos que concentran cerca del 14% del mineral a nivel mundial demanda mucho litio, ya que, lo necesita para una diversidad de usos, entre los cuales están las baterías de litio, que son la prioridad para empresas de tecnología, fabricantes de teléfonos inteligentes, cámaras, tablets, ordenadores portátiles, autos etc. Las tendencias muestran que por parte de China puede haber un aumento en la demanda de litio, ya que, en marzo de este año lanzo el nuevo plan de urbanización nacional 2014-2020 que reactivará la demanda de materias primas en toda Latinoamérica. El plan contempla un aumento de la población urbana de entre 70 y 100 millones de personas hasta el fin de esta década, por la cual se hará una inversión de US\$7 billones en vivienda, líneas ferroviarias y autopistas, y mejoramiento de los servicios básicos, con lo que la demanda de litio será una de las que irá en aumento, debido a esta decisión.

Luego les sigue Japón que concentra la mayor industria automotriz de vehículos eléctricos, estos usan baterías de ion litio y otras baterías de ion. Una de las causas de esto es que este país no cuenta con petróleo, por lo que debe importar casi la totalidad de lo que utiliza. Por ello, debe encontrar otras fuentes de energía, es así como con la tecnología y conocimiento que poseen comenzaron con la exploración del litio, especialmente en Latinoamérica, donde han llegado a grandes acuerdos

comerciales con Argentina, Bolivia y Chile. En este último las empresas automovilísticas como Marubeni, en el año 2009 suscribió un acuerdo con la universidad de Chile, para desarrollar un diagnóstico sobre las necesidades de infraestructura energética en la ciudad de Santiago, para determinar las mejoras e inversiones en infraestructura y tecnología que se necesitaban para introducir vehículos 100% eléctricos, en escala comercial. Se determinó que a corto plazo Santiago está preparada para la masiva entrada de este tipo de vehículos. Este estudio quería enlazar a Chile con la marca, para que el país fuera el proveedor de materia prima para el vehículo, ya que, este necesita para su motor unos 20 kg extra de cobre y 1,5 kg de carbonato de litio por cada kWh, la batería convencional tiene una capacidad de 24 kWh, por lo que el vehículo necesitaría unos 36 kg de litio para su funcionamiento.

En el año 2011, Japón empezó las conversaciones con Bolivia para explorar el mineral en el salar de Uyuni, ya que, para ellos es más económico y efectivo sacar directamente carbonato de litio que participar en la etapa de industrialización de este, en esos años Japón ofrecía su tecnología de forma inmediata, gratis y sin condiciones con el fin de participar en la primera etapa de extracción de litio, recién en 2013 firmaron un acuerdo para potenciar la extracción de litio. También, en Argentina Toyota mantiene su posición estratégica en el negocio del litio a través de su sociedad con JEMSE, la estatal pública minera de Jujuy. Se estima la inversión en unos 152 millones de dólares, lo que producirá anualmente unos 16 mil toneladas de litio. Mitsubishi avanza en el desarrollo exploratorio del Proyecto Salar de

Caucharí, en la misma provincia. Como se logra apreciar, las principales marcas automovilísticas japonesas ya están instaladas en América Latina, principalmente con inversiones en Bolivia y Argentina, con el fin de crear baterías de ion litio para el funcionamiento de sus autos eléctricos o híbridos. Japón tiene una nueva tecnología para la extracción de litio que hace que, este salga más puro que con el método tradicional, pero prefieren hacer estas asociaciones, porque están proyectados en estudios y mejorar tecnologías sobre las baterías que son las que realmente dejarán altas sumas de dinero a quien las confeccione. Debido al calentamiento global y al alza en el petróleo, es que Japón, con su industria automotriz tiene un auspicioso futuro en cuanto a automóviles eléctricos que necesitan baterías de litio para su movimiento.

Corea, está inserto en el proceso de fabricación de baterías para automóviles, donde se ha posicionado como uno de los líderes en I+D para este segmento. La empresa estatal Korea Resources Corp, KORES maneja los trabajos de promoción para el desarrollo de la extracción y procesamiento del litio. La empresa POSCO de Corea del Sur va a invertir más de 230 millones de dólares con los cuales planea producir 20.000 tn/a en 2016 y 80.000 tn/a en 2020, en el salar de Caucharí, Jujuy, Argentina. Corea al igual que Japón tiene tecnología para extracción y recursos humanos calificados destacados en estudios e investigaciones en dicho país, ya que, se destacan por ser uno de los líderes en tecnología de las baterías de litio. Es por esto que parte de la planta será importada desde Corea del Sur y lo demás equipos serán producidos en Argentina. Bolivia también quiere la tecnología

coreana para el proceso de industrialización del país, ya que, Corea ha logrado avanzar en aspectos tecnológicos y económicos referentes al litio mucho más rápido que los propios países productores del litio. LG Chemical y Samsung IDS son las dos empresas más importantes que producen baterías de ion litio en Corea, la primera comenzó la producción en masa de las baterías de iones de litio en 1999. A finales de 2011 era el tercer fabricante más grande del mundo con una capacidad de producción anual de 1.000 millones de células, tiene patentada una batería escalonada, que ofrece mayor longevidad y una mayor flexibilidad de la batería. Y Samsung IDS empresa de enseres tecnológicos, segunda en el mundo en teléfonos celulares y uno de los más grandes en fabricación de baterías de litio, para sus propios modelos y para otras empresas como Apple. Así lo muestran las estadísticas que dicen que Corea del Sur aumentó su consumo en más de un 30 por ciento por el rápido crecimiento de su industria de baterías recargables en 2012.

Estados Unidos también sigue la línea de aumento en el consumo de litio, en 2012 era alrededor de 2.000 tn de litio contenido unos 10.600 tn LCE, aproximadamente 80% mayor que la de 2010. El aumento en el consumo fue principalmente el resultado de una mayor demanda de baterías, de cerámica y vidrio, grasa, farmacéuticos, productos de polímero, metalurgia y aire acondicionado a base de litio. Argentina y Chile fueron las principales fuentes de carbonato, cloruro e hidróxido de litio para el creciente consumo del país. EE.UU. se destaca por su industria de autos eléctricos, aparatos tecnológicos y a diferencia de los asiáticos Japón, China y Corea, también produce productos en las áreas especificadas

anteriormente, siendo las cerámicas y vidrio los mercados que más ocupan litio para estos fines. Motorola empresa estadounidense es uno de los líderes en el segmento de baterías para telefonía móvil, produciendo baterías para computadoras portátiles. Pero el mercado que más ocupa litio sigue siendo la de vehículos eléctricos, es por eso que la empresa Tesla pretende construir en Nevada, EE.UU. la fábrica de baterías más grande y moderna del mundo. La planta se construirá en asociación con la japonesa de la electrónica Panasonic y tendrá por objetivo fabricar baterías de litio más baratas para que los precios de los autos eléctricos desciendan y poder producirlos en masa. La inversión es de alrededor de 4.000 y 5.000 millones de dólares.

De acuerdo a lo expuesto en el principio del subcapítulo, se determinaría la demanda mundialmente en toneladas de los países involucrados con el carbonato de litio, hidróxidos de litio y baterías primarias. El listado de países que demandan carbonato de litio en el mundo son Japón, República de Corea, Estados Unidos, China, Alemania y Otros.

Del 100% que demandó Japón al mundo unas 14.028 tn/año en 2010, un 78,4% lo hizo a Chile, en 2013 demandó al mundo mucho menos unas 8.215 tn/año y de eso, un 87% lo demandó a Chile. La República coreana en tanto en el año 2010 demandó mundialmente 7.988 tn/año de las cuales un 95,6% lo demandó a Chile, en cambio en 2013 aumento su demanda a 13.061 tn/año de las cuales 12.698 tn son de procedencia chilena. La demanda mundial aumento un 64% el 2013 respecto al 2010. Estados Unidos tuvo una variación porcentual de la demanda mundial en

2010-2013 de 10,08%. En 2010 de la demanda total que hacía de carbonato, solo el 21,9% lo hacía a Chile, pero en 2013 el 54,79% del total de la demanda resultó ser chilena. China demandó al mundo 6.398 tn/año, siendo un 78% chilena y el año 2013 demandó 13.681 tn/año de las cuales el 80,36% fue de procedencia chilena. La demanda entre los años antes dichos aumento un 114%, el aumento más sustancial de todos los países participantes. Alemania bajo considerablemente la demanda de carbonato de litio, de 6.485 tn/año en 2010 a 1,760 tn/año en 2013, es decir, aproximadamente una disminución porcentual del 269% respecto al 2010. Al igual que la participación chilena tuvo una disminución porcentual de 8,5%. Todo esto especificado en la Tabla 7.5 Demanda de LICO<sub>3</sub> al mundo y a Chile 2010-2013.

Con respecto a las pilas y baterías primarias los países que demandan más son EE.UU. Singapur, China y China Hong Kong SAR y Reino Unido. La demanda mundial que hace EE.UU. de estos productos en 2010 es de 3.180 tn/año y el año 2013 fue de 3.368 tn/año con una variación de 5,56%, de esa demanda 0% fue hecha a Chile en ambos años. Singapur demandó mundialmente 3.182 tn/año de baterías en 2010 y en el año 2013 demandó 2.820 tn/año, la variación de esos años fue de -12,83%. La participación de Chile en esa demanda fue de 0. China y China Hong Kong demandaron como país 5.114 tn/año en 2010 y en 2013 2.147 tn/año con una variación de -141,55%. En ese año Chile tuvo una pequeña participación de 0,0004%. Y Reino Unido demandó alrededor de 3.367 tn/año en 2010 y en 2013 3.264 tn/año de los cuales Chile tuvo nula participación.

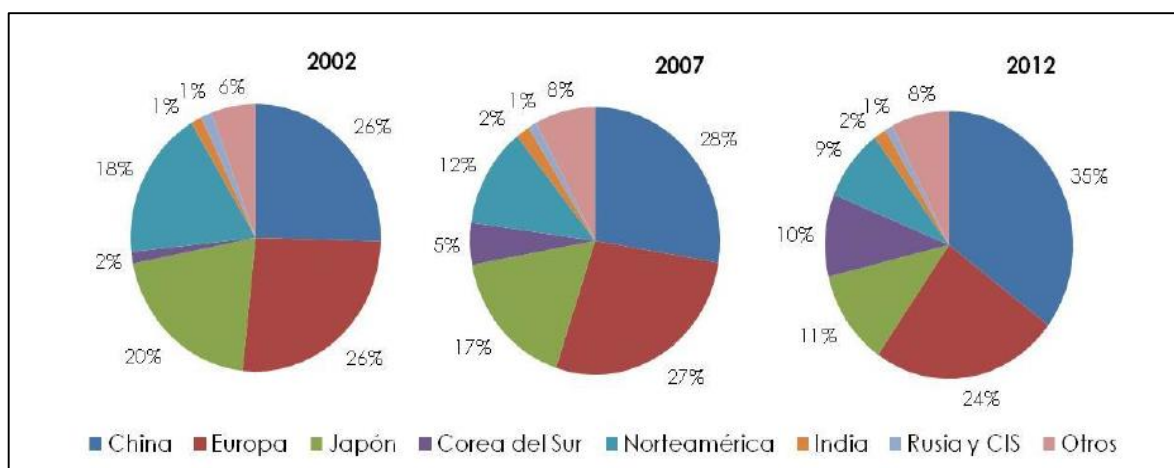
Como lo muestran las tablas de datos Tabla 7.6 Demanda de baterías y pilas primarias en los años 2010-2013. La demanda de toneladas de baterías primarias es más baja que los carbonatos e hidróxidos. La demanda que estos países hacen a Chile es casi nula, debido a que solo produce las materias primas, aun no produce baterías económicamente eficientes para lanzarlas al mercado. Cabe destacar que el tonelaje de baterías es más bajo, pero el precio al cual se transa es mayor, en 2013 se transaron alrededor de USD 353.499.739 de carbonatos, por el contrario el valor de comercio del año 2013 en baterías primarias fue de USD 2.052.884.861.

Con respecto a los hidróxidos y óxidos los países que más demandan este derivado son Japón, Bélgica e India. Donde los valores comerciales del año 2013 fueron por US\$ 134.362.037. Datos más específicos en la Tabla 7.7 Países demandantes de hidróxido de litio y su valor comercial y Tabla 7.8 Valores comerciales del hidróxido de litio por periodo

Entonces, la demanda actualmente se enfatiza en cinco países o regiones consumidores de litio, en primer lugar se encuentra China con 35% del consumo total, seguido de Europa 24%, Japón 11%, Corea del Sur 10% y Norteamérica EEUU y Canadá, 9%. Destacar que el consumo total para el año 2012 es de aproximadamente 150.000 t de LCE. Se estima que para el año 2025 se espera una demanda de 280.000 t de LCE, este aumento se debería al mercado creciente de autos eléctricos y aparatos tecnológicos, ya que, el crecimiento de los usos convencionales en vidrios, fritas, grasas, será constante y no se prevén aumentos en su demanda.

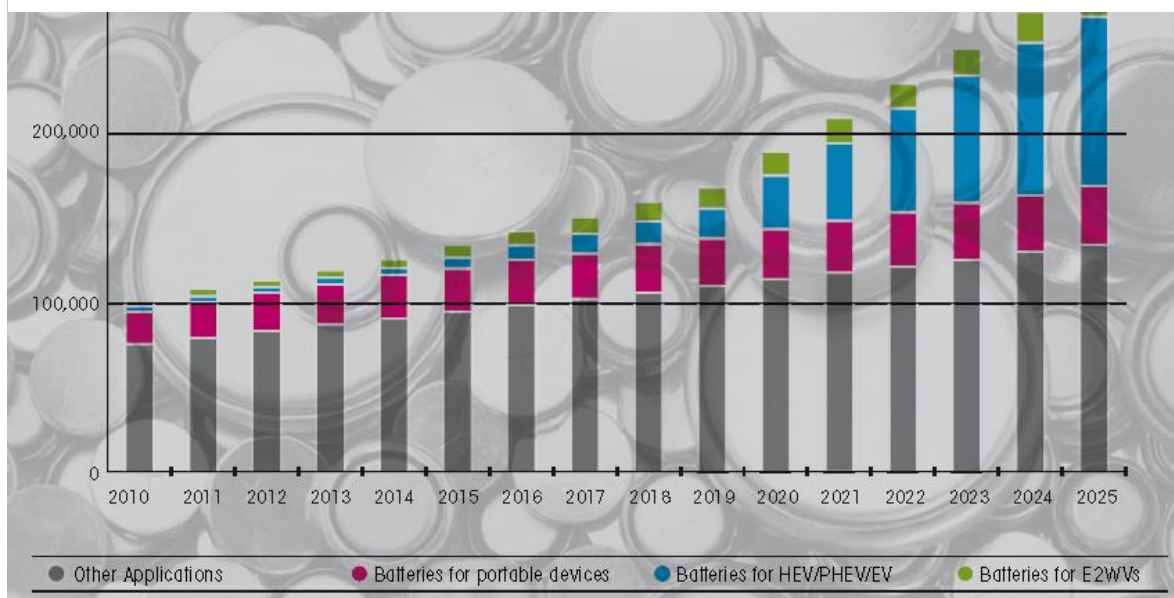
La demanda mundial en los próximos años ha sido estimada en tres escenarios distintos, el escenario conservador, el escenario base y el escenario optimista. En el primer escenario de 2011 a 2015 se espera la demanda crezca en torno al 5,6%, en el base un 5,8% y en el optimista un 6,4%, en los años 2015-2020, la demanda crecerá en el escenario conservador un 6,3%, un 7,1% en el base y un 8,7% en el optimista. Desde 2020 a 2025 la demanda crecerá un 7,75 en conservador, un 9% en el escenario base y un 10,7% en el optimista. Las estimaciones para el 2025 en el escenario base da cuenta de unas 280.000 tn de LCE

Figura 2.2 Demanda mundial de litio por país en los años 2002, 2007 y 2012



(COCHILCO, 2014)

Figura 2.3 Estimación de la demanda de litio desde 2010-2015 en escenario base



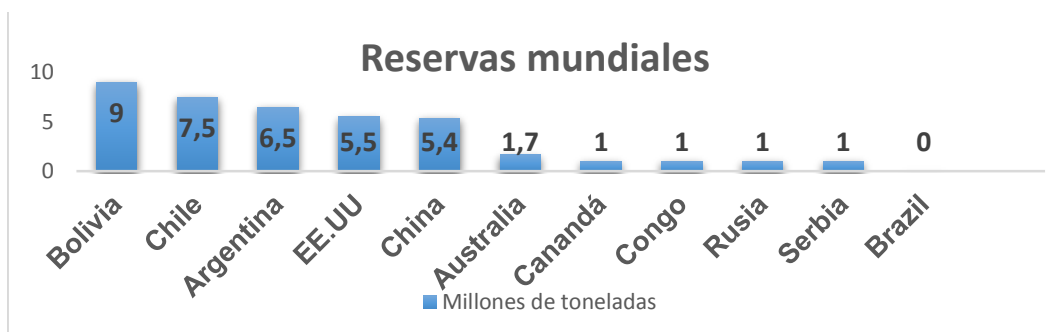
(SignumBOX, 2011)

## 2.5 Oferta del litio y sus derivados

Para determinar la oferta mundial de litio se analizará cada país en cuanto a los recursos disponibles y si están en condiciones de explotarlos para después ofertarlos al mundo. Se destacará el tipo de extracción que se hace en cada país con el fin de analizar los costos en que se incurre al realizar la producción. Cabe destacar que la favorable demanda futura de litio, da cabida a múltiples proyectos de exploración y explotación de nuevos yacimientos, tanto en salmueras como los basados en minerales, que serán de suma importancia para la oferta futura.

Las reservas de litio en el mundo han variado conforme los años e investigadores, desde Evans que en 2008 las estimaba en 28,42 millones de tn y las descomponía en 7,6 millones de tn en litio en pegmatitas, 17,7 millones tn en salmueras continentales, 0,3 millones de tn en salmueras geotérmicas, 0,75 millones de tn en salmueras de campos petroleros y 2,0 millones de tn en hectoritas. En su reporte da una cifra original que es la dicha con anterioridad y una revisada que haciende a 29,79 millones de tn. (Evans R. K., 2008). Hasta Tahil que los estimaba en 4 millones de toneladas las reservas y 17, 3 millones de tn en recursos (Tahil, 2008). Se estima que actualmente los reservas de litio en el mundo son de 9 millones de toneladas aproximadamente para Bolivia, para Chile más de 7,5 millones de toneladas, Argentina 6,5 millones de toneladas, 5,5 millones de toneladas en los Estados unidos, China 5,4 millones de toneladas y Australia 1,7 millones de toneladas. Canadá, Congo (Kinshasa), Rusia y Serbia tienen recursos de aproximadamente 1 millón de toneladas cada una. Y para Brasil 180.000 toneladas. Con un total de 39 millones de toneladas, pero solo 13 millones de tn de ellos son económicamente recuperables. (USGS, 2014).

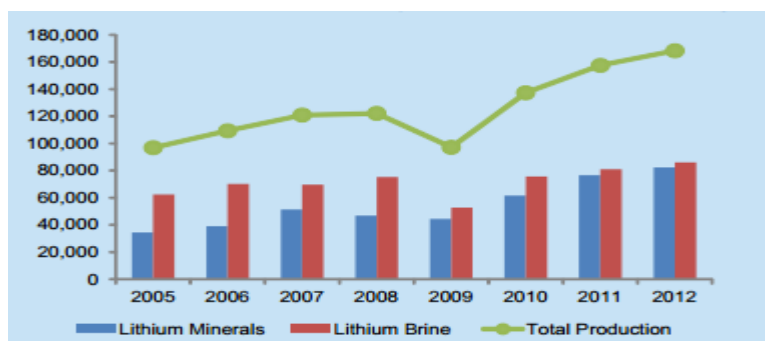
Figura 2.4 Total de reservas en el mundo por país en millones de tn



Elaboración propia en base a datos de (USGS, 2014)

Se estima en 306.425 toneladas LCE, la capacidad instalada de producción mundial. Estas toneladas son sacadas de diferentes fuentes como los salares y de rocas pegmatitas, se estima que la capacidad de estas últimas es de 186.025 Tpa LCE de las cuales se sacaron en 2012, 88.500 Tpa LCE, es decir un 49,5% y las salmueras 120.450 Tpa LCE de las cuales la producción en 2012 fue de 89.920 Tpa LCE, lo que corresponde a un 50,4%.

Figura 2.5 Producción de litio por origen 2005.2012 tn LCE



(SignumBOX, 2011)

Con respecto a la actividad exploratoria minera mundial, esta ha crecido durante los últimos 10 años, sin embargo, tuvo un retroceso en 2009 por la reacción a la crisis sub prime y en 2013 por la crisis europea. Chile, se ha mantenido estable respecto a las variaciones mundiales, conservándose más estable que los demás. Para 2013 en Chile había 123 empresas explorando, un 60% de estas buscan cobre, el 32% oro, 3% plata y el litio comparte el 5% con minerales como hierro, manganeso, plomo, molibdeno, entre otros. Las 123 empresas tienen 254 proyectos de los cuales solo 184 están activos y de ellos 5 son parte de la exploración del litio. La empresa chilena del litio lleva un estado de exploración avanzado en el salar de Atacama. La estadounidense LI3 Energy también lleva un estado avanzado de exploración en salar de Maricunga y Mammoth Energy de la misma procedencia lleva exploraciones avanzadas en el mismo salar, en el Pujsa y en el salar de Laco. (COCHILCO, 2013)

Chile tiene reservas de más de 7,5 millones de tn y su producción ha sido creciente estos últimos años, exceptuando una baja que tuvo en 2013 de alrededor del 15% en sus tres tipos de derivados. Su producción es usada fundamentalmente para la exportación. Los países a los cuales destina su fabricación de carbonato de litio son Corea del Sur, China, Bélgica, Japón y EE.UU. El hidróxido de litio se destina a Bélgica, EE.UU., Corea del Sur, España y México. Las salmueras a China, EE.UU. Argentina, Canadá, Bolivia y los cloruros de litio a EE.UU. China, Francia, Japón y Reino Unido. Por concepto de exportaciones Chile obtuvo en 2009, en valores FOB, 147,057 millones de dólares, 215,544 millones de dólares en 2010, 254,287

millones de dólares en 2011, 305,464 millones de dólares en 2012 y 282,938 en 2013. Como lo muestra la tabla 7.10 Exportaciones de litio chileno por país en miles de US\$ de 2004-2013

Tabla 2.1 Producción de litio en Chile en toneladas

<b>Producción Chilena en Toneladas</b>					
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Carbonato de litio</b>	25.154	44.025	59.933	62.002	52.358
<b>Hidróxido de litio</b>	2.987	5.101	5.800	5.447	4.197
<b>Cloruro de litio</b>	2.397	3.725	3.864	4.145	4.091
<b>Totales</b>	<b>30.538</b>	<b>52.851</b>	<b>69.597</b>	<b>71.594</b>	<b>60.646</b>

Elaboración propia en base a datos de (COCHILCO, 2014)

Bolivia, con el salar de Uyuni tiene los recursos de salmueras de litio más grandes del mundo, con cerca de 9 millones de tn, teniendo condiciones únicas en cuanto a beneficios, cantidad contenida, química salina y bajo costo de extracción, al menos, de más bajo costo que la extracción del mineral de roca. Este país ha querido con su gobierno mantener el desarrollo de esta área, ya que, lo considera un material no concesible, es por esto que comenzó a construir en 2009 una planta de producción de la cual obtendrá cerca de 30.000 tn /año de carbonato de litio, esencial para las baterías de litio, se espera que este año, 2014 se empiece con la producción. El gobierno queriendo subsidiar oferta y demanda es quien directa o indirectamente a través de modificación de impuestos, determinara en que cantidad se extraerá, donde y en qué momento. Aunque el litio está en manos del estado a

través de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, GNRE, filial de la estatal boliviana COMIBOL, que persigue una estrategia de cooperación con socios internacionales, expertos en la materia, principalmente Corea del Sur. Así Bolivia se enmarca en un proyecto público de industrialización del litio para proteger los recursos naturales en territorio boliviano de la explotación por compañías extranjeras, pero aun así tienen como objetivo principal ser un productor competitivo en el entorno internacional, para lo cual busca socios para el desarrollo de sus proyectos. En febrero de este año el presidente boliviano Evo Morales, inauguro la primera planta piloto de baterías de ión litio, con capacidad de ensamblar diariamente 1.000 baterías para celulares o computadoras y 40 baterías para bicicletas o automóviles.

Australia, es el mayor productor de concentrados de litio, hasta el año 2012 seguía segundo en producción de litio, pero en agosto de 2012 la compañía China Chengdu Tianqi, CT, compro el total de acciones de la Australiana Talison Lithium y con la expansión de la mina Greenbushes, en el suroeste de Australia, de 50.000 Tpa a 110.000 Tpa de LCE contenido en concentrados de espodumeno, es que en 2012 la australiana pasa a ser la empresa productora de litio más grande del mundo, con una participación de 38% del total, mientras que Chile queda con un 37% del total. El litio se obtiene de las operaciones de los depósitos de espodumeno de Greenbushes y Mt. Cattlin. Este tipo de extracción es económicamente más costosa que la extracción de litio de salmueras. La producción de litio en 2005 fue de 20.070 tn LCE, en 2006 fue de 29.280 tn LCE, en 2007 36.780 tn LCE, 33.430 tn LCE para

2008, 30.000 tn LCE para 2009, en 2010 45.440 tn LCE, en 2011 62.560 tn LCE y 67.520 para el año 2012, lo que da cuenta del aumento de un 236% aproximadamente respecto del año 2005. En 2013 la australiana Galaxy Resources Limitad, firmo un acuerdo con Talison donde debe proveer por tres años de materia prima para su planta de espudemo y carbonato de litio en la provincia de Jianguo en China, ahora en lugar de producir la materia prima en Mont Cattlin una mina de litio-tantalio, la comprará a TA. Ya que Mont Cattlin una de sus principales productoras dejara de funcionar temporalmente.

Argentina, tiene reservas de más 6,5 millones de Tn, produce carbonato de litio y cloruro de litio a partir de salmueras en las provincias de Salta, Catamarca y Jujuy. El gobierno da al litio la categoría de concesible pero le otorga un aspecto estratégico, según criterios particulares de las provincias que poseen el recurso. En el año 2012, el país quedo en tercer lugar respecto a la producción del mineral. Sus reservas se encuentran en salares no en rocas, los principales salares son el del hombre muerto donde lo explota la estadounidense FMC Lithium y el único que tiene producción comercial hasta el año 2014, el salar de Olaroz y el salar del Rincón. Orocobre, Galaxy y ADY Resources son las principales empresas que invierten en Argentina para producir litio. La primera ayudo a la Argentina sales de Jujuy S.A. a producir carbonato de litio y grado de batería, ahora estudia la producción de otros derivados del litio y de nuevas sustancias. La segunda fue puesta en espera por dificultades financieras, pero si que con pequeños asentamientos.

Las compañías que explotan el litio en Argentina pagan regalías muy bajas y gozan de privilegios impositivos. Todo lo que las compañías producen va prácticamente en su totalidad al extranjero.

La producción de baterías de litio en la industria nacional Argentina comenzará a verse concretado mediante la construcción de un centro científico, tecnológico y de innovación productiva, en Palpalá, este centro se ocupará desde la exploración y la extracción hasta la comercialización, dándole valor agregado al mineral. , Y-TEC una empresa de tecnología creada en 2013 por YPF y CONICET, propone modificar la evaporación del litio de los salares por un sistema electroquímico. Este es el mayor avance que lleva Argentina con respecto a la industrialización del litio, a no solo entregar materia prima, sino que los productos terminados. (TELAM, 2014)

La producción de litio del año 2005 fue de 14.760 tn LCE, para 2006 15.835 tn LCE, en 2007 13.380 tn LCE, el año 2008 19.195 tn LCE, en 2009 13.865 tn LCE, para 2010 fue de 16.710 tn LCE, en 2011 14.045 tn LCE y 17.610 tn LCE para 2012. La producción ha aumentado un 19% entre los años propuestos. El año 2008 fue donde se produjo más litio, pero desde la crisis sub prime empezó a disminuir considerablemente, recuperándose en 2010, pero hasta la fecha no ha podido recuperarse del todo.

China produce carbonato de litio, cloruro de litio, e hidróxido de litio a partir de una base mixta, de minerales de rocas alrededor de 11.500 tn en 2012 y 4.190 tn en 2012 sacadas de salmueras, principalmente de las salmueras Taijanair, Zhabuye y

Dangxionscuo. En la provincia de Qinghai se encuentran los mayores recursos de litio, tiene aproximadamente 33 lagos salinos ricos en distintos minerales, eso sí tiene un problema, los altos contenidos de magnesio de estos salares, es por esto que tiene mayor costo separar el litio y sacarlo puro.

La producción desde el año 2005 a 2012 ha sido la siguiente 4.780 tn LCE para el año 2005, 4.880 tn LCE para el año 2006, en 2007, 5.200 tn LCE, para 2008, 7.450 tn LCE, para 2009, 14.660 tn LCE, 15.520 tn LCE en 2010, 12.850 para 2011 y 15.990 en 2012, un aumento considerablemente alto de 234% ha tenido la producción de litio en este periodo, con cifras que casi alcanzan a Argentina. Este aumento se produce, porque China tiene una necesidad bastante alta de litio y ha sabido explorar de manera oportuna yacimientos para encontrar la fuente que permite funcionar a sus principales industrias como los son la tecnología y automóviles.

También tiene proyectos de exploración pero son reducidos comparados con los demás países, debido a que estos proyectos se concretaron mucho antes que el boom del litio, principalmente en el año 2008. Los proyectos que están activos actualmente son los de la compañía Zhong Chuan en la salmuera DXC, la empresa Sichuan Dexin en las rocas de minerales Lijagou, y la empresa Rongyi, también en rocas de minerales del yacimiento Jiajika. Asimismo con proyectos en Argentina y Australia que permitirán asegurar la materia prima necesaria para desarrollar la industria de las baterías.

La empresa estadounidense Chemetal o ROC es la única que produce carbonato de litio desde salmuera en su país, es por ello que en 2010 recibió un subsidio del gobierno por un monto de US\$ 28,4 millones para la expansión y modernización de sus actividades en la mina Silver Peak. Clayton Valley o Silver Peak, está ubicada en nevada y es el único yacimiento en operación, produce carbonato e hidróxido de litio y es usada internamente como un extra a la principal fuente de carbonato que es el Salar de Atacama. Otro yacimiento que tiene litio es el Great Salt Lake, pero tiene concentraciones promedio de litio bajísimas unas 40 ppm comparadas con las 1500 ppm que tiene el salar de Atacama, además que los costos son mucho mayores que las del yacimiento de Clayton Valley. Por lo que no es económicamente factible producir en dicho depósito, pero de igual forma hasta 2010 se sacaban en promedio 500 tn al año de compuestos de litio. La empresa FMC ex Lithium Corporation of America, produce compuestos de litio y litio metálico a partir de pegmatitas

Como parte de la American Recovery and Reinvestment Act de 2009, el departamento de energía de los Estados Unidos, dio un subsidio de US\$ 2.400 millones para acelerar el desarrollo de la capacidad industrial para la producción de baterías y el lanzamiento de los vehículos eléctricos. De este subsidio US\$ 940 millones se destinaron a la producción de baterías Li-Ion. Con respecto a la producción de litio en el año 2005 produjo 3.400 tn LCE, en 2006 3.800 tn LCE, en 2007 3.500 tn LCE, 3.600 tn LCE para 2008, en 2009 no hay datos al igual que en 2010, en 2011 produjo 1.000 tn LCE y en 2012 2.500 tn LCE. La producción primaria

es bastante baja, pero importa desde Chile y Argentina estas materias primas. EE.UU. se concentra en la producción secundaria, enfocada a las baterías de litio, grasas lubricantes y fritas de vidrio.

A diferencia de los países productores de litio como Chile, Argentina, Australia, y China, EE.UU. tiene un trato diferente respecto del mineral, porque para el país es un mineral que se puede explotar a destajo, ya que, el dueño de la tierra es dueño del sub suelo y si extrae litio es de su propiedad, no como en los demás países que para muchos es un mineral estratégico y pertenece mayormente al estado. Los dueños de yacimientos pagan desde un 15 a 30% de impuesto a la renta por producción de litio.

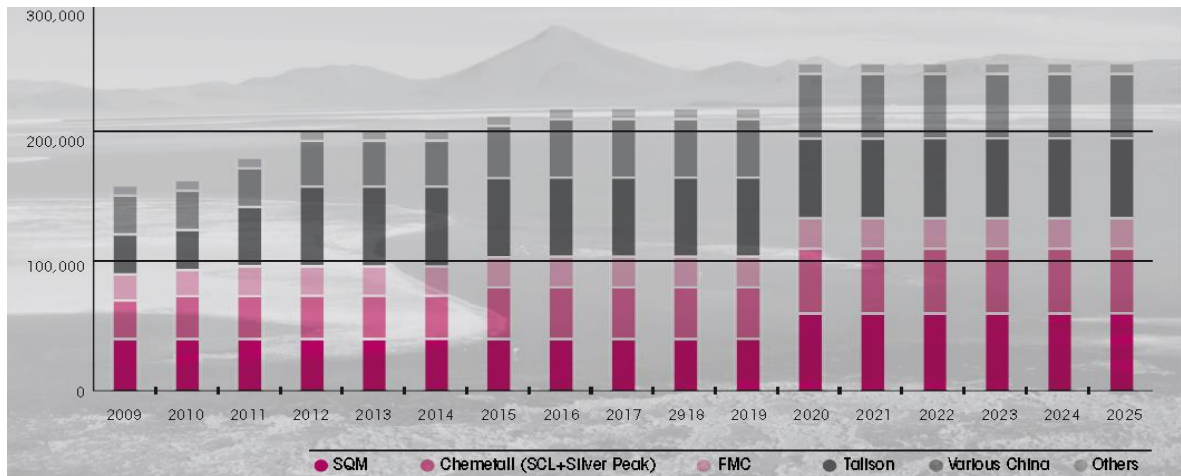
Las cifras de los principales productores de litio se encuentran detallados en la tabla 7.9 Producción mundial por país en tn de LCE.

Al enfocarse en forma general, los proyectos son sumamente importantes porque muestran la potencial oferta futura, alrededor del mundo en 2010 había cerca de 82 proyectos basados en salmueras y en rocas pegmatitas, 43 y 39 proyectos respectivamente. SignumBOX analizo los proyectos en cuanto a índices financieros y de rendimiento. En cuanto a rendimiento, el proyecto en base a rocas que tiene la más alta calificación entre todos, es la empresa Galaxy Resources. Y de los proyectos que se basan en salmueras, la empresa Lithium Américas, con sus proyectos en el salar Cauchari-Olaroz es el número uno del ranking. Lo que significa que ahora el proyecto está mucho más cerca de formar parte del suministro de litio.

Hay que decir que los proyectos en Chile como los de minera Copiapó, Li3 en Maricunga, Salares Lithium con Talison, Panamericana de litio y Lomiko Metales. Si bien son relativamente buenos depósitos, estos proyectos tienen bastante incertidumbre, ya que, el código minero actual en Chile no permite a los recién llegados explotar el litio. En cuanto al financiamiento que es sólo una medida del presupuesto financiero que la Compañía tendría para la desarrollo del proyecto. Las empresas que encabezan el ranking son Canadá Lithium y Avalon Rare Metals. Con esta información se estima la capacidad de producción de litio que vendrá de estos nuevos proyectos. Lo que se estima para el 2025 una capacidad total de la industria de 340.000 Tn LCE, y la producción de los nuevos proyectos representaría un 26% del total de la capacidad de producción.

La capacidad de producción de las principales compañías productoras de litio aumentara considerablemente conforme pasan los años, se establece que para el año 2020 la empresa SQM alcanzará una capacidad de producción de 60.000 Tn LCE, Talison una capacidad de 62.000 Tn LCE, Chemetall, incluyendo Silver Peak y SCL, una capacidad de 50.000 Tn LCE y FMC una capacidad de 23.000 Tn LCE. Lo que en total da una producción de 195.000 Tn LCE, sumándoles a China y otros productores el total se acerca a los 250.000 Tn LCE. Mucho más de los 160.000 Tn LCE de 2010. (SignumBOX, 2011)

Figura 2.6 Capacidad productiva de proveedores actuales desde 2009-2025



(SignumBOX, 2011)

Un tema importante es el reciclado de baterías, ya que, el litio puede ser reciclado varias veces, reduciendo así las necesidades futuras de nuevas fuentes de litio, por lo que puede ser un detonante de un aumento no tan explosivo como se precisa en datos anteriores.

.

## 2.6 Estado actual chileno

Chile enfrenta este tema de la siguiente manera. Como lo dice la legislación, no cualquier empresa puede operar en lugares donde haya presencia de litio, aunque su principal material de extracción sea otro, distinto del litio. El presidente de la república puede terminar en cualquier momento las concesiones o contratos de operación referentes a explotaciones ubicadas en zonas declaradas de importancia para la seguridad nacional.

Hasta hace dos años el litio era sin discusión un material estratégico para Chile, ya que, la constitución en 1984 determinó que así debía ser, puesto que era un mineral importante para la seguridad nacional con efectos mineros que llevaría a Chile a la generación eléctrica por medio de la fusión nuclear. Pero en los últimos años se ha dado un vuelco en la utilización de este mineral, ya que, el mercado se abrió a la tecnología y cada año crece la demanda de celulares, autos, notebook, y un sin fin de otros aparatos que necesitan este material para su funcionamiento, principalmente en las baterías componente vital para mantenerlos encendidos, al mismo tiempo que sube la demanda de derivados de litio. Así el gobierno de Sebastián Piñera en 2012, vio esta oportunidad de mercado en Chile. Pero se encontró con que el material no se podría explotar ni extraer por empresas privadas, tanto nacionales como extranjeras. Es por ello que llamo a licitación a través de un contrato especial de operación del litio, el CEOL. Precisamente con estos contratos Chile se beneficiaría a través de una cuota de extracción que se le concedería a la empresa licitadora, por la cual se debía pagar al estado por proceso de licitación, además de un porcentaje del valor de las ventas anuales, más otros impuestos generales. Cabe destacar que no solo se daría una cuota de extracción, sino que sería la primera de varias. El gobierno habiendo elegido a SQM, a través de un proceso de licitación poco minucioso, pues no se analizaron los antecedentes que la empresa tenía, cerca de 20 juicios pendientes con el estado, siendo requisito básico para la adjudicación de contratos el no tener querrelas pendientes con el estado. Al poco tiempo fue anulada la adjudicación debido a que la empresa incumplió con las bases del proceso.

Desde ese momento el ministerio de minería encargó estudios para tener una clara posición con respecto al mineral y reformular la política pública para la explotación de este. “La idea de perfeccionar el marco normativo es permitir la entrada de nuevos actores, que permita impulsar la industria del litio en el país y la competencia dentro de ella, de manera de recuperar el liderazgo en producción que se había tenido históricamente y que perdió el año 2012” (Orrego, 2014). Justamente fueron encargados a las instituciones de COCHILCO Y SERNAGEOMIN quienes en noviembre del presente año deben entregar los resultados de su investigación.

El gobierno actual de Michelle Bachelet, hizo un anuncio el 21 de mayo del presente año, donde dio a conocer la conformación de la comisión del litio, cuya finalidad es entregar una propuesta para una política pública del mineral. Precisamente el 11 de junio del 2014, por mandato de la Presidenta Michelle Bachelet, se firmó el Decreto Supremo N°60 del ministerio de minería, donde se crea una Comisión Asesora Ministerial denominada Comisión Nacional del Litio, que tiene como objeto generar una política nacional del litio que incorpore el desarrollo sustentable de esta industria, considerando los ejes sociales, económicos y ambientales. La Comisión debe abordar tres temas principales, primero, elaborar un diagnóstico de la situación actual de la industria del litio, nacional e internacional, que comprenda aspectos económicos, sociales, ambientales y legales. El segundo tema corresponde a elaborar propuestas para resolver las principales deficiencias que se identifiquen en el diagnóstico referido. Y por último la comisión debe desarrollar el pago por derecho a extracción y exploración del Litio, el marco legal, la relación con el medio; I+D+I;

y Clúster. El trabajo de la comisión se da en cuatro etapas. La primera es conocer el estado actual del litio, luego, dialogar con la industria, en una tercera etapa, se realizara una visita a terreno y se termina con un trabajo en cuatro comisiones, la de Marco legal y propiedad minera, la comisión de recursos y salares, la comisión de competitividad y por último la relación con el medio. Luego de esto se contempla organizar un seminario y un documento que debería salir en noviembre del año 2014. (comision nacional del litio, 2014)

Otro tema importante que afecta el desarrollo de una futura política pública del mineral, es el medio ambiente, ya que, existen muchos pueblos originarios, cerca de 20 comunidades indígenas que no ven con buenos ojos que los dejen al margen de estas modificaciones que afectan sus propiedades, al pretender suyas las tierras donde hay litio, más específicamente el salar de Atacama. Justamente, por reglamento, decreto supremo número 66, se debe consultar a estos pueblos, por el impacto que en ellos recae el que opere una minera dentro del rango de su asentamiento o cuando las medidas o decisiones que se tomarán pudiesen afectarles directamente. (Ministerio de desarrollo social, 2013). El medio ambiente que rodea el salar está protegido por el estado, ya que, existen humedales donde habitan aves, principalmente flamencos. Y las mineras que ahí operan tienen contratos donde se les obliga a mantener el ecosistema y cumplir con la obligación de mantener en buen estado las pertenencias mineras. Siguiendo en esta línea, el cuidado del factor hídrico es fundamental, porque al estar en un área desértica, el agua es insuficiente. Y el salar provee de aguas provenientes de la cordillera a las

comunidades que han estado allí por años. Además de las escasas lluvias que se dan en el sector y que son fuente preciada para la existencia de vida humana, animal y vegetal de la zona, y que las mineras hacen uso indiscriminado de las aguas de las cuencas para su funcionamiento. (Perucci, 2013)

Un punto que afecta principalmente al mayor productor de litio en Chile SQM, es la actual demanda que hace CORFO por el arrendamiento del salar de Atacama. El escándalo salió a flote en la antigua administración de Sebastián Piñera, pero es en este año cuando comienza la demanda, según CORFO la empresa liderada por Julio Ponce Lerou, incurrió en incumplimientos, originados en el contrato de arrendamiento. La corporación de fomento, era parte de esta sociedad en sus inicios, pero luego se privatizó la empresa con lo cual CORFO arrendó parte de sus mineras a SQM Salar S.A. Filial de SQM, en el año 1993 con fecha de término diciembre del año 2030. Todo comienza cuando según CORFO, SQM no pagó en forma íntegra ni oportunamente las rentas trimestrales desde el año 2009 y diciembre de 2013, cifra que se estima en US\$8,9 millones, los cuales debían ser trimestrales en concordancia a un porcentaje de las ventas procedentes de la explotación del salar. El precio debía determinarlo un consultor internacional independiente, con el cual no habría cumplido la empresa privada, ya que, esta usó tres precios distintos para el cloruro de potasio, cuando solo debió usar el informado por consultor. De la misma forma, CORFO dice que SQM Salar también habría incumplido la obligación de mantener en buen estado las pertenencias mineras. Por estas faltas es que CORFO pide una indemnización de US\$ 9 millones más un

monto por daños morales y la solicitud de término inmediato del contrato de arriendo de sus pertenencias mineras en el salar de Atacama “más que poner término a la relación comercial con SQM, la intención de la entidad de fomento sería aprovechar esta ventana de dialogo para renegociar los términos de precio del arrendamiento de sus pertenencias en el salar de Atacama y plasmarlos en un contrato nuevo”. (Diario Financiero, 2014)

Hoy por hoy, no hay ninguna empresa del estado que explote el mineral, es por ello que hay mucha incertidumbre en la sociedad con respecto al tema. Muchos se oponen a que este mineral sea licitado y siga en manos de privados, por el hecho de que es para muchos estratégico, al ver crecer la industria tecnológica. Por ello se crea la comisión que el próximo año intentara poner en marcha la nueva política pública para la explotación del mineral.

## **2.7 Ventajas que tiene Chile con respecto al litio**

Según datos de (Desormeau, 2012) los aparatos tecnológicos relevantes que harán que la demanda de litio aumente son:

El Smartphone que usa de 2- 3 gramos LCE y se estimó la venta de 600 millones de smartphones en 2011 que da cuenta de un uso de 1.200 a 1.800 t de LCE. Y para 2025 se proyecta una demanda de 3,3 billones de smartphones, dando usos estimados de 6.600 a 9.900 t de LCE.

Los Tablet usan de 20 a 30 gramos LCE, en 2011 se vendían cerca de 54 millones de tablets, es decir, de 1.080 a 1620 t de LCE. Para 2025 se proyecta una demanda de 780 millones en que da cuenta de 15.600 a 23.400 t de LCE.

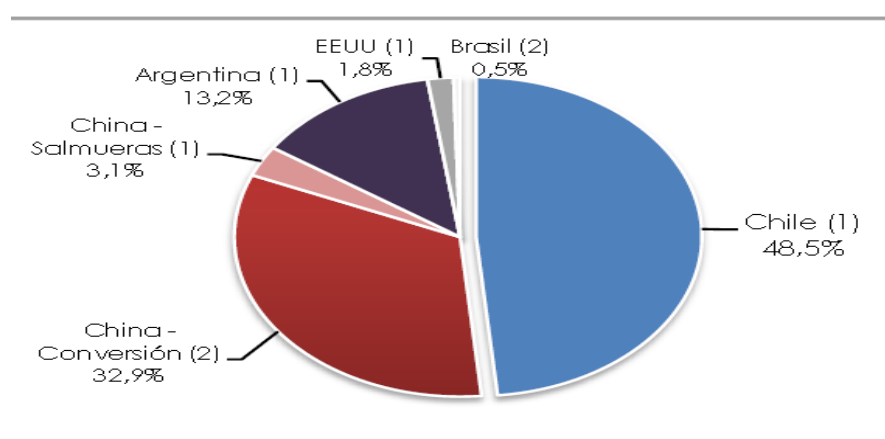
Y el más auspicioso de los mercados el del auto eléctrico ocupa entre 5 a 60 kilos de LCE, en 2011 se vendieron cerca de 100.000 unidades, es decir, de 500 a 6.000 t de LCE. Para el futuro en 2025 se estima una demanda de 16 millones lo que da un total de 80.000 a 960.000 t de LCE. Lo que quiere decir que para 2025 solo en estos tres aparatos habrá una demanda aproximada de entre 102.000 hasta 993.000 t LCE. La diferencia de las toneladas difiere por los kilos de LCE ocupados en los autos eléctricos, pero se espera que el máximo de kilos, 60 en este caso, baje considerablemente, conforme se encuentren nuevas tecnologías para poder disminuir el tamaño de las baterías. En este escenario, la demanda total crecería en promedio a 10,4% por año y para 2025 se estima una demanda de 450.000 t LCE.

La demanda creciente de tecnología en el mundo hace que crezca la demanda primaria de litio, justamente la que Chile produce. Con la escasez y altos costos de petróleo la industria automotriz será quien más demande litio a Chile, principalmente la industria China, que es quien más avances tiene en la producción de VE e híbridos. Así lo muestra la Figura 6.3 Requerimientos de litio por fabricante de litio

Una de las ventajas que Chile tiene con respecto a sus competidores, es que es líder en producción de carbonato de litio, el derivado más usado a nivel mundial. Cerca de las 79.000 tn de LCE de los 150.000 tn de LCE que se demandaron a nivel

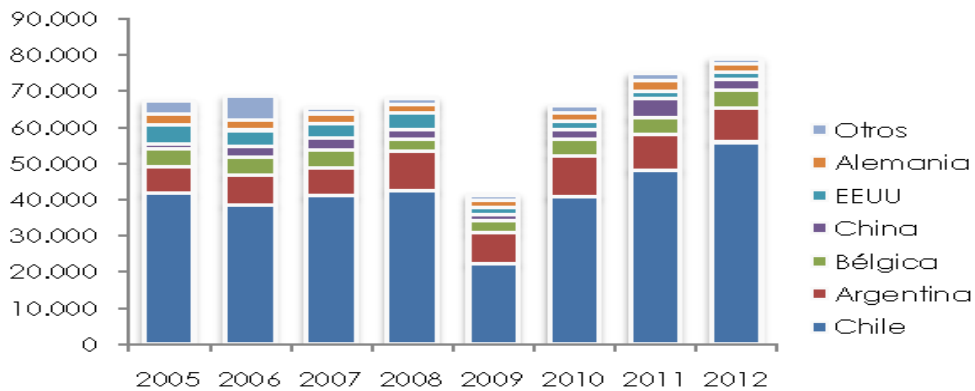
mundial corresponden al carbonato, es decir cerca del 54% de la producción. Chile y Argentina son los dos países que más exportan carbonato, Chile exporta el 71% y Argentina con un 17%. Como se dijo anteriormente las grandes economías de China, Japón, EE.UU. y Corea son los países que importan este derivado.

Figura 2.7 Participación en la producción de carbonato de litio



(COCHILCO, 2014)

Figura 2.8 Principales países exportadores de carbonato de litio entre 2005 y 2012



(COCHILCO, 2014)

En la producción de cloruro de litio Chile y Argentina tiene una participación conjunta del 96% siendo extraído de las salmueras de los salares de Atacama por la SCL y hombre muerto, por FMC, los países donde se exporta son EE.UU. y China, eso si las exportaciones son bastante menores comparadas con los otros derivados. Y en la producción de Hidróxidos ocupa el segundo lugar, siendo EE.UU. quien tiene el liderazgo con 32% del mercado seguido de Chile con un 25%. Como se puede apreciar, Chile es el principal productor de estos compuestos, exceptuando los hidróxidos, con lo que le da la ventaja de fijación de precios y ser reconocido por potencias mundiales como líder en producción de compuestos de litio. (COCHILCO, 2014)

Otra ventaja es que el salar de Atacama tiene condiciones únicas y favorables, como alta tasa de evaporación y alta concentración de litio alrededor de 1,8-2,5 gr/l Li; 20-22 gr/l k, potasio. Contiene cerca de 1500 ppm Li, seguido por el salar boliviano pastos grandes con 1300 ppm Li, pero este no es explotado. La evaporación es de

3700 mm al año, seguido solo por las chinas Xitai y Dongtai, ambas con 3560 mm al año. La evaporación es sumamente importante, ya que, de ella depende la producción de litio, mediante el método de evaporación solar es que se cristalizan las sales pudiendo recuperar el litio y otros metales desde el salar, la menor altitud favorece este proceso estando a unos 2300 msnm. Mediante pozas de evaporación natural se obtienen sales potásicas y otros compuestos hasta llegar a obtener una salmuera concentrada en litio, que da origen a los carbonatos cloruros e hidróxidos. Se requiere un clima árido para el uso de la evaporación solar como método extractivo, para ello la tasa de precipitación debe ser muy inferior y la tasa de evaporación mayor.

Chile no solo tiene el salar de Atacama, sino que existen otros salares explotados por otros minerales, pero con alta concentración de litio, estos salares están en la palestra, debido al boom de exploraciones que se han hecho en torno a ellos. Sus propiedades son mejores que las de muchos países que hoy en día explotan litio, es por ello, que hay que mencionarlos. Esta el grupo que incluye los salares Maricunga, Pedernales, La Isla y Quisquiro. Teniendo concentraciones que van desde 423 a 1080 mg / l de Li; y la proporción litio/potasio es de 0,08 a 0,18. Cubren un área de 80 a 335 km cuadrados. Están también los salares de Punta Negra, Aguas Calientes, Pajonales, Aguilar, Tara, Pariñas y Pujsa. Estos salares tienen concentraciones de litio de entre 220 y 620 mg / l de Li; razón litio/potasio 0,04 a 0,3. Cubriendo alrededor de 18 a 250 km cuadrados. Y por último, los salares que incluye el pueblo de Aguas Calientes y el salar Talar. Estos salares tienen

concentraciones de litio del rango de 205 a 290 mg / l de Li, y la razón litio/potasio es de 0,03 a 0,24. Cubriendo un área de 15 a 27 kilómetros cuadrados. De acuerdo a los parámetros de concentración de litio (mg/l) en salmueras, la razón litio/potasio, la superficie del salar en km cuadrados, los salares que presentan potencial medio y alto por litio son, en el norte Tara y Loyoques; Atacama y Aguas Calientes en el Centro y en el sur, Aguilar y Parinas; Pajonales, La Isla, Pedernales y Maricunga, el orden va de mayor a menor potencial. Lo que da cuenta importantes ventajas comparativas para la explotación de estos sitios. (Gajardo, 2014)

Tabla 2.2 Comparación de las características relevantes de salares en el mundo

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

(COCHILCO, 2014)

La ventaja más apreciada son los bajos costos de producción que Chile tiene, al producir desde una salmuera, los costos de producción son los más bajos. Esto, porque a través de pozos de evaporación solar que duran entre 12 a 24 meses dependiendo de las etapas a la que es sometida la salmuera, se saca el litio y todo a través de un proceso natural, que es ayudado por la baja tasa de precipitación, alta evaporación y baja latitud en la que se encuentra el salar de Atacama. Otros países que extraen a través de salmueras, no tienen las condiciones óptimas que si tiene el salar de Atacama para realizar la extracción a un bajo costo. Los demás países que hacen extracción a través de salmueras ocupan diferentes tipos de extracción. La osmosis inversa, que trata de evaporar el salar a través de mecanismos con turbinas eléctricas, se creó para una planta geotérmica. La extracción química, creada por surcoreanos reduce el tiempo de extracción y aumenta la tasa de recuperación, se está probando en una planta piloto. También está la extracción por solventes. Para los países que extraen litio a través de pegmatitas o mineral de roca, el costo operativo es considerablemente mayor, ya que, el proceso cuenta con instalaciones de planta y equipamiento e intensivo uso de energía eléctrica. Los que extraen desde depósitos de arcilla han empezado a ocupar un método de tostado, que se estima es más económico que el costo de extracción desde el mineral de roca. Se muestra de mejor forma en la tabla 7.11

Comparación competitiva de tecnologías extractivas

El litio y su yacimiento más importante el salar de Atacama, son de propiedad del estado y es él quien determina quien extrae el litio y de qué manera. Por lo que, su

responsabilidad y decisiones respecto a otros países tenedores de litio son sumamente ventajosas si se ocupan de la manera más favorable para el país.

### 3 CAPITULO III: RESULTADOS

A lo largo del trabajo de investigación se pueden extraer partes importantísimas que darán una idea de lo importante que Chile tiene en sus manos.

Primeramente, se debe decir que el litio fue declarado material de interés nuclear por su relevante función en reactores de fusión nuclear, por ello sólo puede ser comercializado por la Comisión Chilena de Energía Nuclear CCHEN, o con la autorización de esta institución. También puede ser acumulado por esta en la cantidad que el país necesite. Chile produce solo materias primas, como el carbonato, hidróxido y cloruro, nombrados en orden de mayor a menor producción.

Debido a la legislación actual quedan tres opciones de explotación para cumplir con la normativa. Puede ser explotado por el estado o por sus empresas, por concesiones administrativas o por contratos especiales de operación. La comercialización del producto a otros países tiene la prohibición expresa que el comprador no podrá utilizar el producto, directa o indirectamente, para fines nucleares. La CORFO, es dueña de las concesiones en el Salar de Atacama, ENAMI tiene concesiones en el salar de Aguilar y CODELCO en los salares de Maricunga y Pedernales. Es decir, que las empresas del estado tienen casi todas las concesiones de los más importantes salares que contienen litio en el país.

Los principales países productores de materias primas son Chile, Australia, China y Argentina, producen carbonato, hidróxido, cloruros y óxido de litio. Los procesadores de materias primas, es decir, la producción secundaria se realiza en

regiones donde se consume directamente, como China, Japón, Corea del Sur, EEUU y Europa.

Hasta el año 2012 el primer productor a nivel mundial de compuestos de litio fue Chile, pero con las asociaciones de las empresas chinas y australianas, fue desplazado al segundo lugar, siendo Australia acreedor del liderazgo ese mismo año. Así lo exponen diversos informes a nivel mundial. Solo hay un organismo que no da la razón es la USGS quien en 2012 y 2013 da la supremacía de producción a Chile. Con 70.396 tn LCE en 2012 v/s 68.262 tn LCE de Talison. Y en 2013 la producción de Chile según USGS fue de 71.996 tn LCE v/s 69.329 tn LCE. Mientras que COCHILCO dice que Chile produjo en 2012 unos 80.204 tn LCE y en 2013 unas 70.316 tn LCE. SERNAGEOMIN da cifras para Chile en 2012 de 65.620 tn LCE y para Australia de 67.520 tn LCE. Se puede concluir que hay una discrepancia en los resultados de los análisis de la producción, pero si se determina que en 2013 Chile toma nuevamente el liderazgo por una fuerte baja en la producción australiana.

Tabla 3.1 Producción de litio por país en toneladas. 2012-2013

	2012		2013			
	Tonelada metálico	LI	Tonelada LCE	Tonelada metálico	LI	Tonelada LCE
<b>Chile</b>	13.200		70.396	13.500		71.996
<b>Australia</b>	12.800		68.262	13.000		69.329
<b>China</b>	4.500		23.999	4.000		21.332
<b>Argentina</b>	2.700		14.399	3.000		15.999
<b>Zimbabue</b>	1.060		5.653	1.100		5.866
<b>Portugal</b>	560		2.986	570		3.040
<b>Brasil</b>	150		800	150		800

EE.UU.	s/i	s/i	s/i	s/i
<b>total</b>	<b>34.970</b>	<b>186.495</b>	<b>35.320</b>	<b>188.362</b>

(USGS, 2014)

La demanda de litio ha ido en aumento a través de los años, pero es en los próximos años donde se prevé una demanda más auspiciosa debida a un crecimiento por parte de la demanda tecnológica, de smartphone, tablets, computadores portátiles automóbiles.

Tabla 3.2 Aplicaciones de litio y su crecimiento

Tipo de uso	Aplicaciones	Crecimiento
Convencional	Fabricación de vidrios y cerámicas. Grasas lubricantes de alta temperatura. Colada continua, aire acondicionado, polímeros, farmacéuticos, entre otros.	Menor
Emergente	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 ( hasta 15% anual)
Futuro	Baterías recargables para vehículos eléctricos	Alta a partir de 2015/16 (> 15% anual)

(COCHILCO, 2013)

Otro factor importantísimo de la demanda creciente es que el petróleo será insuficiente para cubrir la demanda mundial en los próximos años, esto dicho por la propia industria petrolera, es por ello, que se necesitara un nuevo combustible, ahí empiezan aparecer los vehículos eléctricos e híbridos que para almacenar esta

energía necesitan el litio para sus baterías. La demanda provendrá especialmente de China y otros países asiáticos, que van a la vanguardia de esta tecnología, además, porque en ese lado del mundo es donde se procesan las materias primas producidas en Chile para luego ser convertidas en baterías primarias, las no recargables y baterías secundarias recargables. Se prevé que la demanda crecerá en torno al 6,6% en el escenario conservador, un 7,4% en el escenario base y un 8,7% en el optimista. En 2025 habrá una demanda de por lo menos 280.000 tn de LCE.

Tabla 3.3 Tasa de crecimiento de la demanda por periodo

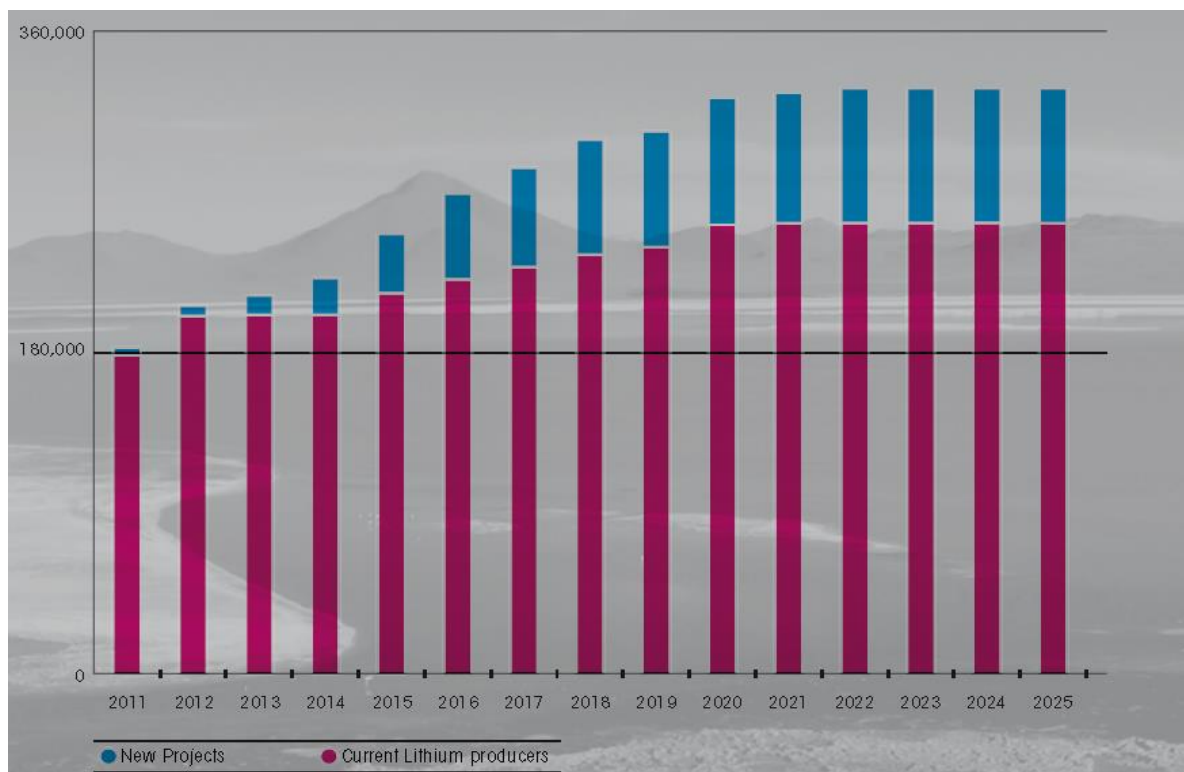
	Compound annual growth rate			
	2011-2015	2015-2020	2020-2025	2011-2025
Conservative scenario	5,6%	6,3%	7,7%	6,6%
Base scenario	5,8%	7,1%	9,0%	7,4%
Optimist scenario	6,4%	8,7%	10,7%	8,7%

(SignumBOX, 2011)

La oferta mundial también va creciendo y más rápidamente que la demanda debido al boom de las empresas que han empezado a explorar el mineral para luego extraerlo, estas empresas nuevas serán un componente esencial para el crecimiento del mercado, ya que, compondrán el 26% de la oferta para 2025. Entonces, aunque la demanda aumente en su escenario más optimista la capacidad productiva de las empresas siempre podrán abastecerla, esto, hasta el año 2024, ya que, después de esto hasta en el escenario optimista de la demanda la

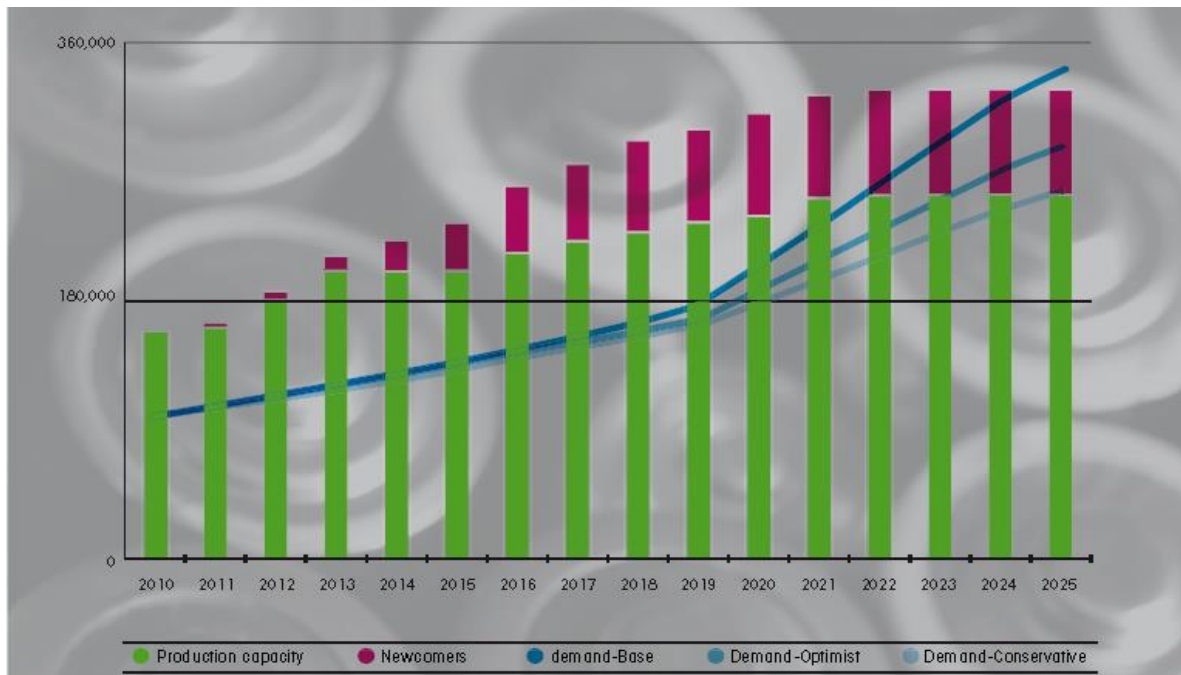
producción de las antiguas y nuevas empresas no podrán cubrir la demanda mundial. La capacidad productiva de las empresas que existen hoy, Talison, SQM, Rockwood, FM, y algunas chinas será en 2025 de 250.000 tn LCE, sumándole las nuevas empresas unas 60.000 tn LCE, el total de la producción estimada para 2025 será de alrededor de 310.000 ton LCE. Y la demanda será de unas 280.000 tn de LCE.

Figura 3.1 Producción de litio con actuales y nuevos productores 2011-2025



(SignumBOX, 2011)

Figura 3.2 Oferta y demanda de litio



(SignumBOX, 2011)

Chile lleva la delantera en bajo costo de producción, debido a que la obtención de litio desde salmuera es más económica que la obtención del mineral desde rocas como lo hace Australia, entonces frente a su competidor número 1, siempre llevará la delantera y se diferenciará en costos. Al ponerlos en la misma línea con Argentina, China y EE.UU. los otros países que producen desde salmuera pasa lo mismo, pues el salar de Atacama tiene condiciones únicas, como alta tasa de evaporación, proceso natural para la obtención de litio, y alta concentración de litio. El costo de producción de Chile es alrededor de unos US\$2.150 la tn de carbonato de litio mientras que el más bajo de otras salmueras es el del salar de hombre muerto en Argentina, con un costo de US\$ 3.000 tn de LICO<sub>3</sub>. En China, con la conversión de mineral el costo más bajo es de alrededor US\$ 4.150 tn de LICO<sub>3</sub>.

Tabla 3.4 Costos de producción según país y tipo de materia prima

Tipo de materia prima	Método	País de la operación	Yacimiento / Compañía	Costo de producción (US\$/t LiCO <sub>3</sub> )
<b>Salmuera (salaes)</b>	Evaporación solar	Argentina	Hombre Muerto / FMC	3.000
		Chile	Atacama / SQM y SCL (Rockwood)	2.000-2.300
		China	Zabuye y Taijinaier	3.000-3.300
<b>Conversión de minerales</b>	Método convencional <sup>(1)</sup>	China	Diversos	3.800-4.500
		China	Jiangsu / Galaxy	5.000
		Brasil	CBL	7.800
	Tostado de arcillas	--	Western Lithium	3.000

*Nota: (1) Método tradicional minero utilizado en yacimientos pegmatíticos vía conminución, y separación física*

(Comisión Chilena del Cobre, 2012)

A pesar que el carbonato de litio ha sido uno de los más demandados de las materias primas, el valor comercial que tuvieron sus exportaciones a nivel mundial fue bastante pequeñas en relación al valor comercial de las exportaciones de baterías primarias. En el periodo 2013 el valor comercial de las exportaciones de LICO<sub>3</sub> fue de 17% del valor comercial de las baterías primarias. Y un 7% el valor del LIOH en comparación con valor comercial de las baterías primarias.

Tabla 3.5 Valor comercial de las principales exportaciones del mundo por periodo

<b>Carbonato de litio</b>	
<b>Periodo</b>	<b>valor comercial US\$</b>
<b>2013</b>	355.271.684
<b>2012</b>	370.208.703
<b>2011</b>	343.532.155
<b>2010</b>	297.525.446

<b>Baterías primarias</b>	
<b>Periodo</b>	<b>valor comercial US\$</b>
<b>2013</b>	2.058.434.433
<b>2012</b>	2.392.059.346
<b>2011</b>	2.233.220.903
<b>2010</b>	2.098.199.534
<b>Hidróxido de Litio</b>	
<b>Periodo</b>	<b>valor comercial US\$</b>
<b>2013</b>	140.400.893
<b>2012</b>	140.076.585
<b>2011</b>	121.031.343
<b>2010</b>	118.890.939

(UNcomtrade, 2013)

A pesar de que el mercado del litio es pequeño y reciente, tiene un auspicioso futuro cuando se habla de vehículos eléctricos los cuales crecerán de 100.000 unidades en 2011 a 16.000.000 unidades en 2025, pero el mercado no se abastecerá de vehículos puramente eléctricos, a corto plazo, hasta 2020 los autos que se demandaran más serán los HEV O PHEV, es decir los híbridos, ya que, la inversión en infraestructura, puestos de carga y demás estarán listos después de esa fecha.

Para finalizar, el país tiene uno de los reservorios de litio más grandes del mundo, además de tener ventajas en costo de producción y diferenciarse por tener el salar con más ventajas, en localización, clima, extensión etc., es un país que lleva años en el negocio.

#### 4 CAPITULO IV: CONCLUSIONES

La determinación del lugar que Chile obtenga en la producción de litio, será dada en primera instancia por las decisiones que el gobierno tome en torno a este, en producción, explotación, políticas e inversión. Es decir el estado debe tomar una decisión respecto a que se hará con el litio existente en el país.

Los tipos de opciones de explotación de litio que se remiten a la actual legislación serían los siguientes. Que lo explote CODELCO, ya que, es la única empresa estatal chilena dedicada a la explotación minera, si bien se dedica mayormente cobre, esta tiene las competencias y experiencia en el rubro. Además es dueña de dos de los cuatro salares que contienen más litio a nivel país, el salar de Maricunga y Pedernales, este último se podría descartar, ya que no es económicamente explotable debido a sus altos costos de producción y altos concentrados de residuos que hacen que el litio se demore más en su proceso de producción. En el año 2013, CODELCO inicio la búsqueda de socio para abrir un proceso de licitación internacional, lo cual lo cerro al poco tiempo por no tener los estudios necesarios para determinar si es rentable la explotación del salar Maricunga. Estos desaciertos hacen sumamente necesaria investigaciones a fondo de los salares y del litio propiamente tal, ya que, se suma al engorroso proceso de licitación ocurrido en 2012 con SQM.

Otra solución es seguir insistiendo con los contratos especiales de operación del litio, pero este proceso fue tan bullado a nivel país, que los propios chilenos tendrían

un resquemor a la sola presentación de esta opción, vale decir, que los propios ciudadanos harían un juicio público con respecto al tema y hasta se podrían llegar a realizar marchas y paros como se llamó en su momento para demostrar el descontento que esta solución trae. Si bien los CEOL serían una buena alternativa, de bajo costo y riesgo para el país, pues, solo se llamaría a licitación y las empresas interesadas darían al estado cerca de US\$350 millones, durante los años que dure el contrato es decir a 20 años, cada año el estado recibiría uso US\$17,5 millones por concepto de impuestos, ventas, arrendamiento etc., bastante poco si se considera que SQM por concepto de arrendamiento del salar de Atacama paga US\$20 millones al año.

Y por último, está la opción de concesiones mineras. Estas las podrían dar CORFO, ENAMI y CODELCO que tienen las concesiones de los salares de Chile. Otorgando el derecho de explotación de estos por un lapso de tiempo. Así, estas empresas pondrían como capital sus concesiones y las interesadas la inversión necesaria, dependiendo del salar, como ejemplo el proyecto de desarrollo en el salar de Maricunga necesita una inversión no menor a los US\$200 millones. Solo falta la intención de estas empresas por entrar al negocio del litio y buscar socios para las inversiones.

Pero si Chile le quita el título de no concesible podría sacar más provecho a la situación, así para no quedar atrás en la producción del mineral el país debe actuar rápidamente en determinar el litio como concesionable y sacarle el catálogo de estratégico, ya que, mediante esta investigación se determinó que litio hay en todo

el mundo, además de que el mercado podrá ser abastecido en un futuro con las empresas que existen hoy. La propuesta es que el país siga siendo dueño de mineral, pero extranjeros pueden explotarlos, y si se determina, como socios de empresas chilenas. El mercado está creciendo, pero habrá suficiente litio para cubrir la demanda, el país no avanzará si solo siguen produciendo SQM y SCL, las empresas a nivel mundial se están asociando, como los coreanos con Argentina, las cuales dan tecnología y la inversión para crear plantas productoras de compuestos de litio y lo que producen va directamente a Corea para ser procesada y crear baterías, compuestos y sales especiales de litio. Chile podría hacer lo mismo, dar el permiso para explotar ciertos salares, como es dueño de la mayoría, y recibir la inversión necesaria para las plantas de producción, así se estaría quedando en Chile una parte de la producción, además de dar una buena cantidad de puestos de trabajo, la tecnología y experiencia que ganarían los chilenos sería de suma importancia para futuros proyectos. Esto ayudaría a impulsar la industria en el país, porque, aumentaría la capacidad productiva, por lo que dejaría a Chile como el productor número uno indiscutible, además de manejar los precios y limitar la entrada al mercado de futuros competidores, recordar que el 26% de la producción en 2025 la compondrán estos competidores, pero la mayoría de los proyectos comienzan en 2015 a producir por lo que se necesita un rápido actuar del gobierno frente a esta opción; la más favorable para el país.

Luego de conseguir asociaciones con países más desarrollados, el paso para agregar valor es mucho más pequeño, ya que, la Universidad de Chile ha creado la

primera batería de ion litio, con la cual esperan empezar a producir a escala comercial en 2015, solo necesita la inversión para empezar a producir, ya no solo se estaría produciendo materias primas, sino que también productos terminados que tienen un valor mucho más elevado. Las baterías de litio, tienen mayormente composiciones de cobre y litio, las cuales el país está en condiciones de abastecer.

Así la proposición que da respaldo el presente trabajo es que se modifique la legislación, con el fin de quitar lo estratégico al mineral, para luego abrir el mercado nacional a nuevos proyectos y competidores nacionales, públicos y privados al igual que competidores internacionales. Con el fin de sacarle provecho a las reservas de litio, de manera económica, con el respaldo y seguridad que el estado imponga con el propósito de que no se sobreexplota el mineral. Para que en el corto plazo Chile, no solo esté produciendo materias primas, sino que también secundarias con valor agregado y teniendo una ganancia más amplia como lo es la producción de baterías de litio

## 5 Referencias

- Aleé, J. (30 de Junio de 2011). Centro de innovación del litio: Gran apuesta al crecimiento económico mundial. Recuperado el 16 de septiembre de 2014, de [http://www.sistemasdeingenieria.cl/isci/index.php?seccion=noticias&id\\_noticia=187](http://www.sistemasdeingenieria.cl/isci/index.php?seccion=noticias&id_noticia=187)
- Alée, J. (3 de febrero de 2012). Centro de Innovación del Litio: A la caza de apremiantes soluciones. (S. Andrade, Entrevistador) internet. <http://www.innovacion.gob.cl/>. Recuperado el 16 de mayo de 2014, de <http://www.innovacion.gob.cl/2012/02/centro-de-innovacion-del-litio-a-la-caza-de-apremiantes-soluciones/>
- bateriasdelitio.es. (2008). *bateriasdelitio.es*. Recuperado el 16 de mayo de 2014, de <http://www.bateriasdelitio.es/litio propiedades.html>
- BBC. (3 de octubre de 2012). Litio, el "oro blanco" del Cono Sur. *BBC Mundo, Cono Sur*. (V. Smink, Ed.) Recuperado el 30 de mayo de 2014, de [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/10/121002\\_conosur\\_litio\\_vs.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/10/121002_conosur_litio_vs.shtml)
- Centro de energía. (2010). *Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile*. Recuperado el 4 de julio de 2014, de Centro de Energía: [http://www.centroenergia.cl/ce-fcfm/?page\\_id=1040](http://www.centroenergia.cl/ce-fcfm/?page_id=1040)

Claire Veizaga, D. (mayo de 2010). *Moreno Baldivieso estudio de abogados.*

Recuperado el 5 de octubre de 2014, de emba.com.bo:

[http://www.emba.com.bo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1](http://www.emba.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=1)

[26%3Aregimen-juridico-del-litio-en-bolivia&lang=en](http://www.emba.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=1)

COCHILCO. (2013). *CATASTRO DE EMPRESAS EXPLORADORAS EN CHILE*

2013. Recuperado el 29 de septiembre de 2014

COCHILCO. (27 de diciembre de 2013). *Monitoreo de los minerales industriales de*

*Chile.* Recuperado el 1 de octubre de 2014, de COCHILCO:

<http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/minerales->

[industriales/2013\\_Monitoreo\\_de\\_los\\_minerales\\_industriales\\_\\_03012014.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/minerales-)

COCHILCO. (30 de enero de 2014). *Compilación de informes sobre mercado internacional del litio y el potencial de litio en salares del norte de Chile.*

Recuperado el 2 de octubre de 2014, de Cochilco:

<http://www.cochilco.cl/estudios/mercados-litio.asp>

COCHILCO. (17 de Mayo de 2014). *Estadísticas de la Minería No Metálica.*

Recuperado el 25 de Noviembre de 2014, de COCHILCO:

<http://cochilco.cl/estadisticas/esta-nometal.asp>

COCHILCO. (14 de Mayo de 2014). *Estadísticas de la Minería No Metálica.*

Recuperado el 25 de noviembre de 2014, de COCHILCO:

<http://cochilco.cl/estadisticas/exportaciones.asp>

COCHILCO. (27 de diciembre de 2014). *Exportaciones chilenas valorizadas por país de destino 2004-2013*. Recuperado el 1 de octubre de 2014, de cochilco: <http://www.cochilco.cl/estadisticas/esta-nometal.asp>

COCHILCO. (30 de Enero de 2014). *Mercado Internacional del Litio -Cochilco-Sernageomin, 2013*. Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de comision.mineria: <http://comision.minmineria.cl/download/estudios/Mercado%20Internacional%20del%20Litio%20-diciembre%202013.pdf>

COCHILCO. (12 de junio de 2014). *Principales indicadores 2004-2013*. Recuperado el 1 de octubre de 2014, de cochilco: <http://www.cochilco.cl/estadisticas/esta-nometal.asp>

Comisión Chilena del Cobre. (2012). *Mercado internacional del litio*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas. Recuperado el 13 de septiembre de 2014, de <http://comision.minmineria.cl/download/estudios/Mercado%20Internacional%20del%20Litio%20Cochilco.pdf>

comision nacional del litio. (11 de junio de 2014). *comision.minmineria.cl*. Recuperado el 1 de septiembre de 2014, de <http://comision.minmineria.cl/presentacion/>

CSIC. (1996). *Consejo superior de investigaciones científicas de España*.

Recuperado el 14 de mayo de 2014, de Consejo superior de investigaciones científicas de España.

Dannemann, V. (24 de Enero de 2014). *Deutsche Welle*. Recuperado el 20 de

Octubre de 2014, de Deutsche Welle Política: <http://www.dw.de/bolivia-la-paradoja-del-litio/a-17386159>

Desormeau, D. (2012). *Litio - Demanda Actual, Potencial y Proyecciones*.

Presentación, Signumbox. Recuperado el 25 de septiembre de 2014, de [https://intrawww.ing.puc.cl/siding/datos/departamentos/files/imm/03DanielaDesormeaux\\_Litiodemandaactualpotencialyproyecciones17\\_11\\_11.pdf](https://intrawww.ing.puc.cl/siding/datos/departamentos/files/imm/03DanielaDesormeaux_Litiodemandaactualpotencialyproyecciones17_11_11.pdf)

Diario Financiero. (29 de septiembre de 2014). SVS interviene en conflicto SQM-

Corfo y pide informe de operaciones entre relacionadas. (J. C. Esturillo, Recopilador) Santiago, Chile. Recuperado el 29 de septiembre de 2014, de <https://www.df.cl/noticias/empresas/actualidad/svs-interviene-en-conflicto-sqm-corfo-y-pide-informe-de-operaciones-entre-relacionadas/2014-09-22/212255.html>

DIARIO U DE CHILE. (10 de febrero de 2012). Chile y el litio: ¿Hacia dónde vamos

en la industria del futuro? Santiago. Recuperado el 1 de junio de 2014, de <http://radio.uchile.cl/2012/02/10/chile-y-el-litio-%C2%BFhacia-donde-vamos-en-la-industria-del-futuro>

DIRECCIÓN CHILE COMPRA a. (2012). *Procedimientos de Contratación: LICITACIÓN PÚBLICA*. informativo, Santiago. Recuperado el junio de 1 de 2014

DIRECCIÓN CHILE COMPRA b. (2012). *Procedimientos de Contratación: TRATO DIRECTO*. Santiago.

Dwight Bradley, B. J. (2014). *www.usgs.gov*. Recuperado el 10 de septiembre de 2014, de <http://pubs.usgs.gov/fs/2014/3035/pdf/fs2014-3035.pdf>

EDITORIAL JURIDICA DE CHILE. (1983). *CÓDIGO DE MINERÍA*. Santiago.

EDITORIAL JURIDICA DE CHILE. (1984). *constitución de la república de Chile 1980*. Santiago, Chile: Antartica S.A.

El mostrador de mercados. (27 de Septiembre de 2012). La peculiar historia del litio en Chile: SQM es la única empresa que paga impuestos por explotarlo. *Noticias sin editar*. Santiago, Santiago, Chile. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de [http://www.elmostradormercados.cl/sin-editar/litio-ponce-lerou/#disqus\\_thread](http://www.elmostradormercados.cl/sin-editar/litio-ponce-lerou/#disqus_thread)

EMOL. (7 de febrero de 2012). Gobierno impulsará la industria del litio mediante contratos especiales de operación. SANTIAGO. Recuperado el 1 de junio de 2014, de <http://www.emol.com/noticias/economia/2012/02/07/525142/gobierno->

impulsara-la-industria-del-litio-mediante-contratos-especiales-de-operacion.html

Evans, K. (2009). *Recursos de litio, ¿son estos adecuados?*

Evans, R. K. (29 de marzo de 2008). *Lithium Abundance - World Lithium Reserve.*

Recuperado el 1 de octubre de 2014, de lithiumabundance.blogspot.com:  
<http://lithiumabundance.blogspot.com/2008/03/reserve-and-resource-summary.html>

FTC. (23 de MARZO de 2012). *FTC.* Recuperado el 1 de JUNIO de 2014, de

<http://www.ftc.cl/wp-content/uploads/CEOL%20FTC.pdf>

Gajardo, A. (30 de Septiembre de 2014). *Potencial de litio en salares del norte de*

*Chile.* Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de SERNAGEOMIN:  
[http://www.sernageomin.gov.cl/pdf/presentaciones-geo/Potencial-de-Litio-en-Salares-de-Chile\(AnibalGajardo\).pdf](http://www.sernageomin.gov.cl/pdf/presentaciones-geo/Potencial-de-Litio-en-Salares-de-Chile(AnibalGajardo).pdf)

Garcés, I. (2005). *La industria de litio en Chile.* Universidad de Antofagasta,

Departamento de ingeniería Química. Antofagasta: Depto. Ingeniería Química.

HCB. (15 de 11 de 2012). *hidrocarburosbolivia.* Recuperado el 31 de abril de 2014,

de <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/analisis-y-opinion/58001-litio-panorama-externo-e-interno-i-sp-1295454739.html>

Lagos, C. M. (2009). *Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio*. Santiago: Dirección de Estudios y Políticas Públicas.

Méndez, A. (22 de febrero de 2012). *Complejo Minero: Litio*. Recuperado el 3 de octubre de 2014, de [mecon.gov.ar](http://www.mecon.gov.ar): [http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/ficha\\_litio\\_dic\\_2011.pdf](http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/ficha_litio_dic_2011.pdf)

Ministerio de desarrollo social, R. d. (15 de noviembre de 2013). Decreto Supremo 66. *Aprueba reglamento que regula el procedimiento de consulta indígena*. Santiago, Chile.

Orrego, E. S. (2014 de febrero de 2014). Estudios dan bases para nueva política pública para explotación del litio. (g. e. editec, Entrevistador) editec. Recuperado el 1 de septiembre de 2014, de <http://www.mch.cl/2014/02/27/estudios-dan-bases-para-nueva-politica-publica-para-explotacion-del-litio/>

Pérez, V. (2013). *Monitoreo de los minerales industriales de Chile*. Santiago: Cochilco. Recuperado el 20 de 05 de 2014, de [http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/minerales-industriales/2013\\_Monitoreo\\_de\\_los\\_minerales\\_industriales\\_\\_03012014.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/minerales-industriales/2013_Monitoreo_de_los_minerales_industriales__03012014.pdf)

Perucci, G. B. (18 de octubre de 2013). Explotación del litio: Salares y ecosistemas en peligro. Chile. Recuperado el 3 de septiembre de 2014, de

<http://www.veoverde.com/2012/10/explotacion-del-litio-salares-y-ecosistemas-en-peligro/>

Rockwood lithium. (2014). *rockwoodlithium.com*. Recuperado el 31 de mayo de 2014, de <http://www.rockwoodlithium.com/regions/latin-america/>

SERNAGEOMIN. (11 de Noviembre de 2014). *Anuario de la Minería de Chile*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2014, de sernageomin: <http://www.sernageomin.cl/sminera-anuario.php>

SHARPE, Á. G. (1993). *Química Inorgánica* (Segunda ed.). Barcelona: Reverté, S.A.

SignumBOX. (2011). *Analysis lithium, batteries and vehicles/ perspectives and trends*. Santiago: SignumBOX.

SIGNUMBOX. (2013). *CONSOLIDACION EN LA INDUSTRIA DEL LITIO*. informe de consultoría, signumBOX Inteligencia de Mercados. Recuperado el 30 de mayo de 2014, de <http://www.signumbox.com/central/CP02%20-%20Consolidaci%C3%B3n%20en%20la%20Industria%20del%20Litio.pdf>

SignumBOX. (2013). *LI-Stats*. Informe.

SQM. (2001). *memoria anual 2001*. memoria, Santiago. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de

[http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM-Memoria\\_Anual\\_2001-ES.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM-Memoria_Anual_2001-ES.pdf)

SQM. (2003). *MEMORIA ANUAL 2003*. Santiago. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de [http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM-Memoria\\_Anual\\_2003-ES.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM-Memoria_Anual_2003-ES.pdf)

SQM. (2007). *MEMORIA ANUAL 2007*. memoria, Santiago. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de [http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM-Memoria\\_Anual\\_2007\\_ES.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM-Memoria_Anual_2007_ES.pdf)

SQM. (2010). *MEMORIA ANUAL 2010*. MEMORIA, Santiago. Recuperado el 15 de mayo de 2014, de [http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM-Memoria\\_Anual\\_2010\\_ES.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM-Memoria_Anual_2010_ES.pdf)

SQM. (2012). *MEMORIA ANUAL 2012*. memoria, Santiago. Recuperado el 16 de mayo de 2014, de [http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM\\_Corporativa\\_2012\\_v001\\_a734e5.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM_Corporativa_2012_v001_a734e5.pdf)

SQM. (2013). *MEMORIA ANUAL 2013*. MEMORIA, Santiago. Recuperado el 16 de MAYO de 2014, de

[http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/Memoria%20SQM%202013%20\(completa\).pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/Memoria%20SQM%202013%20(completa).pdf)

SQM. (2014). SQM. Recuperado el 18 de ABRIL de 2014, de SQM Web site:  
<http://www.sqm.com/es-es/productos/litio/carbonatodelitio/qlithiumcarbonatecrystallized.aspx>

TAHIL, W. (2006). *El problema con el litio Implicaciones del Futuro PHEV producción para la demanda de litio*. Recuperado el 30 de mayo de 2014, de [http://www.evworld.com/library/lithium\\_shortage.pdf](http://www.evworld.com/library/lithium_shortage.pdf)

Tahil, W. (12 de junio de 2008). *The Trouble whit Lithium 2 Under the microscope*. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de Meridian International Research: [http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium\\_Microscope.pdf](http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium_Microscope.pdf)

TALISON LITHIUM. (2014). *Talison Lithium*. Recuperado el 30 de mayo de 2014, de Talison Lithium: <http://www.talisonlithium.com/about-talison/company-overview>

TELAM. (16 de noviembre de 2014). Fellner aspira a que la investigación en baterías de litio convierta a Jujuy en un polo tecnológico. *telam economía e industria*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 16 de noviembre de 2014, de <http://www.telam.com.ar/notas/201411/85537-fellner-jujuy-baterias-de-litio-polo-tecnologico.html>

TODINI. (2014). *Todini Group S.p.a.* . Recuperado el 12 de mayo de 2014, de <http://litio.distribucion-productos-quimicos.es/litio-nitrato>

U.S National Library of Medicine. (2014). *U.S National Library of Medicine.* Recuperado el 6 de mayo de 2014, de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/meds/a681039-es.html>

UNcomtrade. (2013). *Shortcut Query.* Recuperado el 10 de septiembre de 2014, de [Comtrade.un.org:](http://comtrade.un.org)  
<http://comtrade.un.org/db/dqBasicQueryResults.aspx?px=HS&cc=283691&r=156>

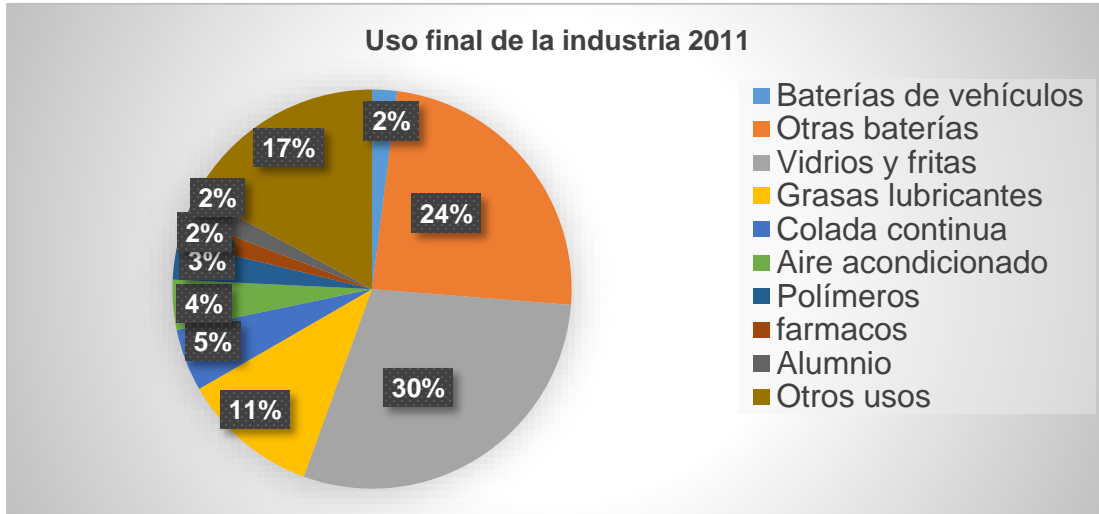
USGS. (2014). *Lithium—For Harnessing Renewable Energy.* Recuperado el 2014 de Septiembre de 28, de <http://minerals.usgs.gov>

USGS. (27 de Agosto de 2014). *Publications and Data Products.* Recuperado el 28 de septiembre de 2014, de [minerals.usgs.gov:](http://minerals.usgs.gov)  
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>

Vaca, M. (22 de Octubre de 2010). Bolivia le apuesta al litio sin inversión extranjera. *BBC mundo economía* . Bolivia. Recuperado el 6 de octubre de 2014, de [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2010/10/101021\\_bolivia\\_litio\\_mr.shtml?print=1](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2010/10/101021_bolivia_litio_mr.shtml?print=1)

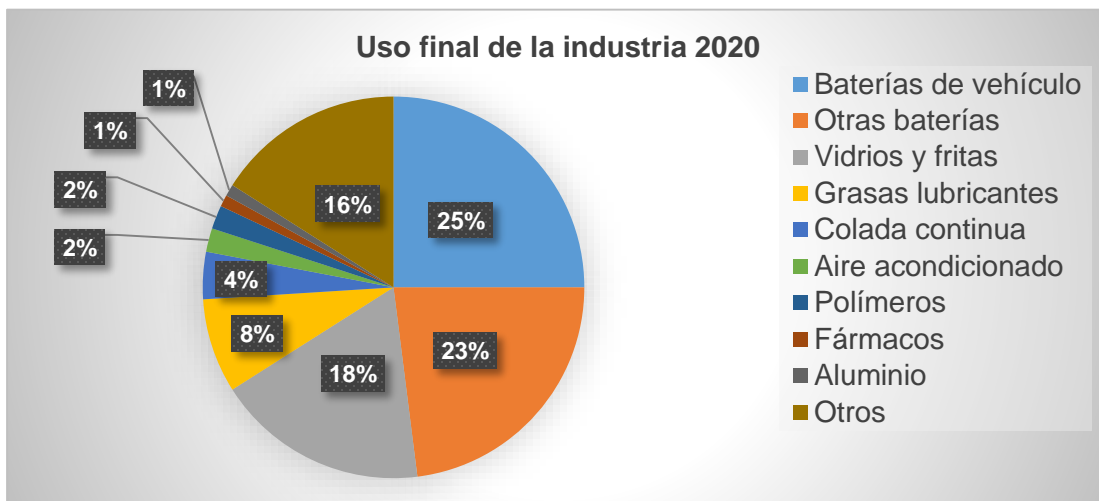
## 6 Figuras

Figura 6.1 Uso final de la industria en 2011



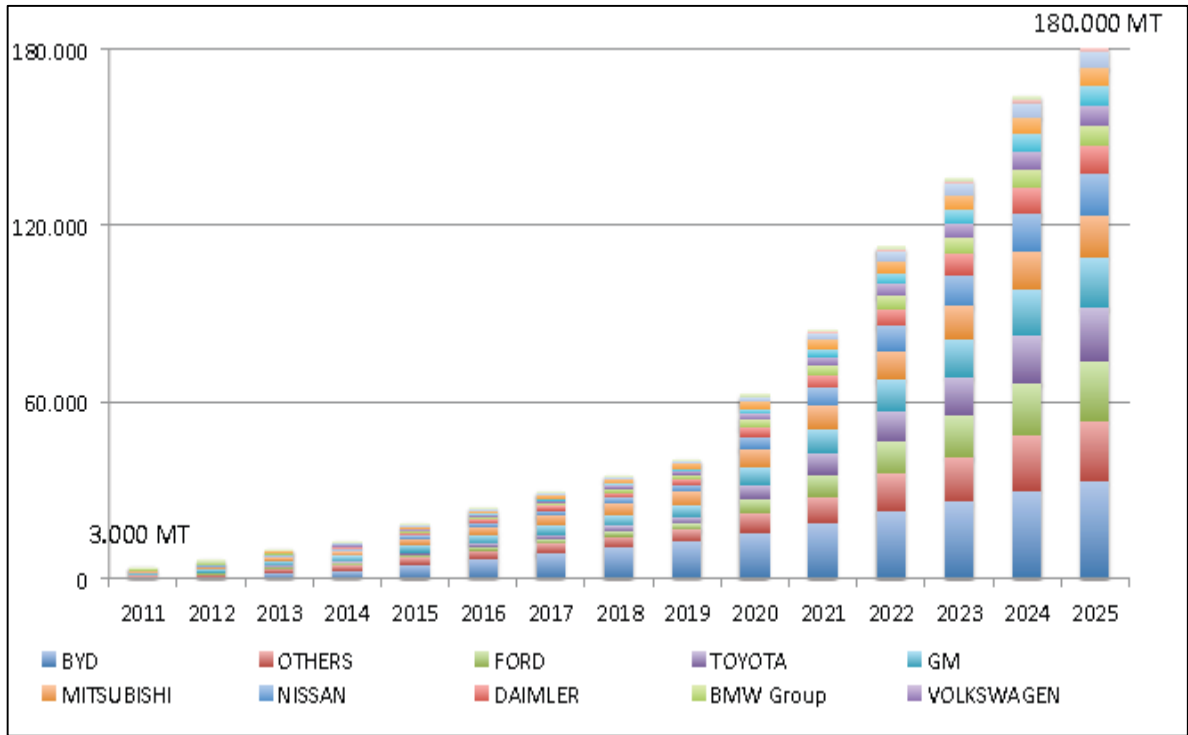
(Dwight Bradley, 2014)

Figura 6.2 Uso final de la industria año 2020



(Comisión Chilena del Cobre, 2012)

Figura 6.3 Requerimientos de litio por fabricante de litio



(Desormeau, 2012)

## 7 Tablas

Tabla 7.1 Producción de compuestos de litio de SQM año 2011-2013

<b>Compuesto de litio</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>
Carbonato de litio	30.440	37.237	30.188
Hidróxido de litio	3.940	5.302	4.940
Cloruro de litio	0	0	73
<b>total</b>	<b>34.380</b>	<b>42.539</b>	<b>35.201</b>

(SignumBOX, 2013)

Tabla 7.2 Precios FOB SQM (US\$/Tn)

<b>Compuesto de litio</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>
Carbonato de litio	4.600	4.514	4.391
Hidróxido de litio	5.400	5.463	5.251
Cloruro de litio	-	0	4.857

(SignumBOX, 2013)

Tabla 7.3 Producción de litio de SCL

<b>Compuesto de litio</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>
Carbonato de litio	16.950	18.583	18.060
Cloruro de litio	2.710	4.123	4.230
<b>total</b>	<b>19.660</b>	<b>22.706</b>	<b>22.290</b>

(SignumBOX, 2013)

Tabla 7.4 Precios FOB SCL (US\$/Tn)

<b>Compuesto de litio</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>
<b>Carbonato de litio</b>	4.570	4.368	4.005
<b>Cloruro de litio</b>	3.380	3.341	2.433

(SignumBOX, 2013)

Tabla 7.5 Demanda de LICO3 al mundo y a Chile 2010-2013

<b>Japón</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	77.509.918	14.029	55.011.658	11.005	<b>78,40%</b>
<b>2011</b>	80.810.031	15.089	53.583.976	10.990	<b>72,80%</b>
<b>2012</b>	69.911.847	12.754	48.679.281	9.604	<b>75,30%</b>
<b>2013</b>	44.407.168	8.215	36.632.064	7.151	<b>87,00%</b>
<b>Rep. de Corea</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	40.845.658	7.987	38.308.080	7.637	<b>95,60%</b>
<b>2011</b>	52.903.670	11.425	49.769.385	10.930	<b>95,70%</b>
<b>2012</b>	68.191.537	13.762	64.858.421	13.254	<b>96,30%</b>
<b>2013</b>	69.269.367	13.061	66.717.143	12.699	<b>97,20%</b>
<b>EE.UU.</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	42.956.398	9.495	9.030.791	2.079	<b>21,90%</b>
<b>2011</b>	58.435.216	14.465	7.574.492	7.205	<b>49,80%</b>
<b>2012</b>	58.055.376	13.232	30.590.108	7.250	<b>54,80%</b>
<b>2013</b>	48.090.915	10.559	25.549.096	5.790	<b>54,80%</b>
<b>China</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	28.367.595	6.398	21.919.657	4.991	<b>78,00%</b>

<b>2011</b>	33.569.842	8.250	31.515.807	7.701	<b>93,30%</b>
<b>2012</b>	62.697.746	13.622	60.381.234	13.156	<b>96,60%</b>
<b>2013</b>	68.661.451	13.681	54.546.288	10.995	<b>80,40%</b>
<b>Alemania</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	29.393.356	6.486	23.389.088	5.439	<b>83,90%</b>
<b>2011</b>	41.792.911	8.241	30.310.845	6.509	<b>79,00%</b>
<b>2012</b>	49.843.365	10.897	38.052.108	9.046	<b>83,00%</b>
<b>2013</b>	10.309.009	1.760	7.598.167	1.360	<b>77,30%</b>

(UNcomtrade, 2013)

Tabla 7.6 Demanda de baterías y pilas primarias en los años 2010-2013

<b>EE.UU.</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	266.863.061	3.180	0	0	0%
<b>2011</b>	279.029.333	3.201	0	0	0%
<b>2012</b>	284.646.245	3.273	0	0	0%
<b>2013</b>	292.877.006	3.368	0	0	0%
<b>Singapur</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	235.585.317	3.182	0	0	0%
<b>2011</b>	280.309.963	3.593	0	0	0%
<b>2012</b>	262.260.920	3.369	0	0	0%
<b>2013</b>	156.600.982	2.820	0	0	0%
<b>Reino Unido</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	129.435.000	3.367	0	0	0%
<b>2011</b>	137.860.516	3.068	1.762	0,024	0%
<b>2012</b>	133.511.908	4.131	0	0	0%
<b>2013</b>	94.363.131	3.264	0	0	0%
<b>China y HK SAR</b>	<b>Mundo USD/año</b>	<b>Mundo tn/año</b>	<b>Chile USD</b>	<b>Chile tn/año</b>	<b>Participación chilena</b>
<b>2010</b>	429.186.164	2894	0	0	0%

<b>2011</b>	462.540.945	2999	5139	0	0,00%
<b>2012</b>	436.864.304	S/I	S/I	S/I	S/I
<b>2013</b>	184.150.357	2117	740	0	0,00%

**Datos de China y China Hong Kong SAR. Para China HK SAR no hay información en el año 2013. Los datos de dicho año corresponden solo a China**

(UNcomtrade, 2013)

Tabla 7.7 Países demandantes de hidróxido de litio y su valor comercial

<b>País</b>	<b>Valor comercial US\$ (suma de los años 2010 a 2013)</b>
<b>Japón</b>	105.525.512
<b>Bélgica</b>	60.184.878
<b>India</b>	49.338.100
<b>Rep. of Corea</b>	36.221.161
<b>USA</b>	33.542.114
<b>Otros</b>	195.752.411

(UNcomtrade, 2013)

Tabla 7.8 Valores comerciales del hidróxido de litio por periodo

<b>Periodo</b>	<b>Valor comercial US\$</b>
<b>2013</b>	134.362.037
<b>2012</b>	132.673.292
<b>2011</b>	117.142.075
<b>2010</b>	96.386.772

(UNcomtrade, 2013)

Tabla 7.9 Producción mundial por país en tn de LCE

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Fuente
Argentina	14.760	15.835	13.380	19.195	13.865	16.710	14.045	17.610	USGS, Secr. de Minería Argentina
Australia	20.070	29.280	36.780	33.430	30.000	45.440	62.560	67.520	Galaxy Resources; TalisonTianq; USGS
Chile	<b>43.680</b>	<b>47.260</b>	<b>54.945</b>	<b>52.280</b>	<b>27.250</b>	<b>47.280</b>	<b>63.300</b>	<b>65.620</b>	<b>Estimación en base a SERNA GEO MIN<sup>(*)</sup></b>
China	4.780	4.880	5.200	7.450	14.660	15.520	12.850	15.990	Estimación en base a datos de Roskill (2013)
EEUU	3.400	3.800	3.500	3.600	-	-	1.000	2.500	Roskill (2013)
Otros	10.550	11.120	11.815	12.220	10.380	9.090	8.650	9.180	Estimación en base a USGS, IGME, DNPM, Roskill (2013)
<b>Total</b>	<b>97.240</b>	<b>112.175</b>	<b>125.620</b>	<b>128.175</b>	<b>96.155</b>	<b>134.040</b>	<b>162.405</b>	<b>178.420</b>	

(COCHILCO, 2014) En la producción de Chile no se tomó en cuenta la producción de hidróxido de litio.

Tabla 7.10 Exportaciones de litio chileno por país en miles de US\$ de 2004-2013

	VALOR FOB (MILLONES US\$)									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>CARBONATO</b>	<b>75.003</b>	<b>90.371</b>	<b>120.976</b>	<b>187.399</b>	<b>223.364</b>	<b>114.801</b>	<b>174.315</b>	<b>204.161</b>	<b>247.020</b>	<b>225.917</b>
COREA DS	2.879	4.627	8.348	18.670	28.583	27.220	38.295	47.631	65.695	61.693
CHINA	10.697	9.270	14.661	15.072	14.777	6.788	19.829	20.966	53.223	45.952
BÉLGICA	12.952	19.888	20.392	30.445	28.037	13.665	21.727	30.255	33.474	33.764
JAPÓN	17.466	19.804	37.677	65.699	68.792	33.350	52.550	51.335	46.927	27.396
EE.UU.	19.352	18.880	17.559	25.764	40.802	11.340	9.245	16.878	20.708	25.097
ALEMANIA	6.397	8.093	10.873	15.943	23.999	12.052	18.255	19.469	13.705	16.667
ESPAÑA	547	885	1.728	2.382	4.256	3.142	4.483	5.793	4.233	6.391
ITALIA	1.919	3.556	3.803	4.682	3.705	3.758	4.075	5.152	1.763	2.914
MÉXICO	413	704	1.257	1.177	1.446	873	1.106	1.214	1.008	1.254
CANADÁ	810	861	1.452	2.050	2.325	1.073	1.651	2.011	1.443	1.159
INDIA	0	584	587	283	419	100	353	411	497	1.037
VIETNAM	0	0	0	0	0	0	0	0	514	659
SUDÁFRICA	60	0	0	0	132	0	288	273	547	644
TAILANDIA	0	0	0	832	2.767	694	1.420	1.566	2.026	472
ARGENTINA	291	305	450	803	768	560	429	495	687	453
JAMAICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252
TAIWÁN	44	223	187	223	111	111	93	93	165	113
COREA DN	0	0	0	0	0	0	0	0	405	0
MALASIA	0	0	0	0	0	0	492	618	0	0

INDONESIA	36	0	75	413	387	0	25	0	0	0
AUSTRALIA	15	0	0	0	220	75	0	0	0	0
VENEZUELA	825	1.347	912	338	774	0	0	0	0	0
HOLANDA	0	0	0	183	601	0	0	0	0	0
REINO UNIDO	245	609	517	1.851	332	0	0	0	0	0
FILIPINAS	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0
RUSIA	54	735	497	591	0	0	0	0	0	0
<b>SALMUERA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.924</b>	<b>6.692</b>	<b>8.083</b>	<b>8.023</b>	<b>13.630</b>	<b>16.189</b>	<b>23.369</b>
CHINA	0	0	0	2.924	6.692	8.083	8.013	12.540	14.909	23.369
EE.UU.	0	0	0	0	0	0	0	716	1.280	0
ARGENTINA	0	0	0	0	0	0	9	282	0	0
CANADÁ	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
BOLIVIA	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<b>HIDRÓXIDO</b>	<b>0</b>	<b>658</b>	<b>17.251</b>	<b>27.503</b>	<b>30.751</b>	<b>19.084</b>	<b>25.647</b>	<b>25.993</b>	<b>28.469</b>	<b>21.743</b>
BÉLGICA	0	94	8.749	14.898	17.408	10.733	12.049	11.267	10.180	8.625
EE.UU.	0	391	3.721	5.085	5.525	2.469	4.570	7.036	9.685	6.279
COREA DS	0	0	191	627	419	648	1.555	2.168	3.389	1.764
ESPAÑA	0	0	0	0	0	0	652	616	666	1.011
MÉXICO	0	80	401	726	969	447	539	662	694	971
ARGENTINA	0	0	734	1.194	1.312	656	807	681	950	826
CHINA	0	0	0	90	134	0	0	0	658	775
SUDÁFRICA	0	0	85	675	524	775	240	389	390	545
JAPÓN	0	0	0	175	820	1	2	150	307	457
SINGAPUR	0	0	594	564	470	370	295	512	1.032	194
VENEZUELA	0	0	159	248	0	0	0	0	0	125
AUSTRALIA	0	0	252	489	580	322	428	91	181	91
COLOMBIA	0	0	0	0	0	104	0	84	66	68
PERÚ	0	0	0	0	69	108	0	0	0	12
INDIA	0	94	917	1.474	1.854	1.856	3.970	2.337	271	0
FILIPINAS	0	0	147	562	339	367	196	0	0	0
TAIWÁN	0	0	0	0	71	0	191	0	0	0
BOLIVIA	0	0	0	136	0	0	116	0	0	0
INDONESIA	0	0	159	385	256	0	37	0	0	0
TAILANDIA	0	0	0	0	0	228	0	0	0	0
REINO UNIDO	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0
RUSIA	0	0	880	0	0	0	0	0	0	0
TURQUÍA	0	0	244	0	0	0	0	0	0	0
VIETNAM	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
<b>CLORURO</b>	<b>0</b>	<b>2.455</b>	<b>3.022</b>	<b>10.557</b>	<b>11.021</b>	<b>5.089</b>	<b>7.558</b>	<b>10.503</b>	<b>13.787</b>	<b>11.908</b>
EE.UU.	0	2.455	2.832	8.785	9.663	5.089	6.839	9.274	10.304	9.636
CHINA	0	0	0	0	1.358	0	251	871	2.316	2.272
FRANCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	1.168	0
JAPÓN	0	0	171	0	0	0	0	123	0	0
REINO UNIDO	0	0	0	0	0	0	200	102	0	0
BÉLGICA	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
ARGENTINA	0	0	0	0	0	0	17	33	0	0

CANADÁ	0	0	0	0	0	0	251	0	0	0
BOLIVIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RUSIA	0	0	0	1.772	0	0	0	0	0	0
ALEMANIA	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL V. FOB</b>	<b>75.003</b>	<b>93.484</b>	<b>141.248</b>	<b>228.384</b>	<b>271.829</b>	<b>147.057</b>	<b>215.543</b>	<b>254.287</b>	<b>305.464</b>	<b>282.937</b>

(COCHILCO, 2014)

Tabla 7.11 Comparación competitiva de tecnologías extractivas

	Método	Ventajas	Desventajas
de salmueras	<b>Evaporación solar</b>	<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>-Tiempo de extracción entre 12 y 24 meses.</li> <li>-Evaporación depende del clima</li> <li>-Elevada concentración de Mg complica extracción y requiere mayor consumo de reactivos.</li> <li>-Residuos salinos con poco valor como sales impuras de Na y Mg.</li> </ul>
	<b>Osmosis inversa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se extrae el litio dentro de horas</li> <li>-No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima.</li> <li>-Se aprovecha sinergia con planta geotérmica.</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 a partir de 2014.</li> </ul>
	<b>Extracción química</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se extrae el litio dentro de horas reduciendo</li> <li>-No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima.</li> <li>-Alta tasa de recuperación.</li> </ul>	<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>
	<b>Extracción por solventes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se extrae el litio dentro de horas</li> <li>-No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima</li> </ul>	<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 mineral</b>	<b>Conversión de minerales pegmatíticos</b>	<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 conminución.</li> <li>-Consumo de reactivos en las etapas de separación.</li> <li>-Alto costo operacional.</li> </ul>

	<b>Tostado de arcilla</b>	-No depende de factores climáticos. -No requiere conminución -Menor costo operacional que conversión convencional.	-Costo operacional mayor a evaporación solar. -Aún no probado a escala mayor/comercial
--	---------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

(Comisión Chilena del Cobre, 2012)

Tabla 7.12 Exportaciones de litio chileno por país en toneladas LCE de 2004-2013

	CANTIDAD (Toneladas)									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	<b>44.627</b>	<b>41.832</b>	<b>38.681</b>	<b>41.125</b>	<b>42.586</b>	<b>22.443</b>	<b>40.896</b>	<b>48.248</b>	<b>55.899</b>	<b>47.594</b>
COREA DS	1.510	1.873	2.300	3.609	5.366	4.832	8.797	11.273	14.737	12.543
CHINA	6.078	3.754	4.176	2.964	2.960	1.393	4.689	5.029	12.053	9.556
BÉLGICA	7.850	7.233	5.593	5.024	4.883	2.633	5.414	7.230	7.695	6.920
JAPÓN	8.810	7.855	9.708	10.917	11.024	5.850	10.939	10.824	9.387	5.349
EE.UU.	13.160	12.073	9.294	8.258	8.941	2.971	2.741	4.370	5.467	6.134
ALEMANIA	4.031	5.007	4.295	5.420	5.886	2.585	4.727	5.209	3.537	4.028
ESPAÑA	344	440	552	556	828	647	1.134	1.422	922	1.280
ITALIA	1.228	1.295	890	2.464	676	760	1.012	1.240	420	604
MÉXICO	250	310	400	240	280	180	280	288	216	216
CANADÁ	500	484	589	549	587	280	380	480	460	320
INDIA	0	220	151	48	66	16	64	100	80	166
VIETNAM	0	0	0	0	0	0	0	0	96	120
SUDÁFRICA	40	0	0	0	18	0	72	48	96	120
TAILANDIA	0	0	0	140	500	160	390	501	480	96
ARGENTINA	144	122	115	140	131	102	97	107	130	77
JAMAICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
TAIWÁN	20	69	40	33	16	16	16	16	26	16
COREA DN	0	0	0	0	0	0	0	0	96	0
MALASIA	0	0	0	0	0	0	120	112	0	0
INDONESIA	20	0	20	80	70	0	24	0	0	0
AUSTRALIA	10	0	0	0	40	20	0	0	0	0
VENEZUELA	441	621	278	49	115	0	0	0	0	0
HOLANDA	0	0	0	40	120	0	0	0	0	0
REINO UNIDO	156	236	140	496	60	0	0	0	0	0
FILIPINAS	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
RUSIA	36	240	140	100	0	0	0	0	0	0
<b>SALMUERA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.260</b>	<b>6.638</b>	<b>8.129</b>	<b>9.222</b>	<b>19.812</b>	<b>19.800</b>	<b>25.131</b>
CHINA	0	0	0	2.260	6.638	8.129	9.220	16.654	16.800	25.131
EE.UU.	0	0	0	0	0	0	0	1.790	3.000	0
ARGENTINA	0	0	0	0	0	0	2	1.118	0	0
CANADÁ	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0

BOLIVIA	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
<b>HIDRÓXIDO</b>	<b>0</b>	<b>149</b>	<b>3.517</b>	<b>4.021</b>	<b>4.568</b>	<b>3.177</b>	<b>5.184</b>	<b>4.923</b>	<b>5.303</b>	<b>3.900</b>
BÉLGICA	0	20	1.767	2.159	2.594	1.765	2.432	2.179	1.957	1.638
EE.UU.	0	91	784	773	836	419	944	1.272	1.742	1.106
COREA DS	0	0	40	93	62	111	314	417	651	318
ESPAÑA	0	0	0	0	0	0	134	120	120	160
MÉXICO	0	18	91	127	163	78	109	127	127	145
ARGENTINA	0	0	131	158	176	95	144	119	148	120
CHINA	0	0	0	13	20	0	0	0	146	172
SUDÁFRICA	0	0	18	105	70	140	49	74	74	98
JAPÓN	0	0	0	22	106	0	1	29	40	60
SINGAPUR	0	0	120	80	70	60	60	100	200	38
VENEZUELA	0	0	28	35	0	0	0	0	0	18
AUSTRALIA	0	0	53	70	87	53	88	18	35	18
COLOMBIA	0	0	0	0	0	17	0	14	11	10
PERÚ	0	0	0	0	10	18	0	0	0	2
INDIA	0	20	193	210	276	326	807	456	53	0
FILIPINAS	0	0	30	80	51	60	40	0	0	0
TAIWÁN	0	0	0	0	9	0	35	0	0	0
BOLIVIA	0	0	0	17	0	0	20	0	0	0
INDONESIA	0	0	32	55	38	0	8	0	0	0
TAILANDIA	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0
REINO UNIDO	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
RUSIA	0	0	177	0	0	0	0	0	0	0
TURQUÍA	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0
VIETNAM	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<b>CLORURO</b>	<b>0</b>	<b>767</b>	<b>947</b>	<b>4.280</b>	<b>4.716</b>	<b>2.323</b>	<b>3.471</b>	<b>4.183</b>	<b>4.505</b>	<b>3.591</b>
EE.UU.	0	767	919	3.980	4.436	2.323	3.192	3.724	3.460	2.926
CHINA	0	0	0	0	280	0	114	381	703	665
FRANCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	342	0
JAPÓN	0	0	22	0	0	0	0	24	0	0
REINO UNIDO	0	0	0	0	0	0	48	24	0	0
BÉLGICA	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0
ARGENTINA	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0
CANADÁ	0	0	0	0	0	0	114	0	0	0
BOLIVIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RUSIA	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0
ALEMANIA	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL TN</b>	<b>44.627</b>	<b>42.599</b>	<b>39.627</b>	<b>47.665</b>	<b>53.940</b>	<b>32.895</b>	<b>53.589</b>	<b>72.243</b>	<b>80.204</b>	<b>76.316</b>

(COCHILCO, 2014)

