

Cooperación científica y técnica e intercambio de información entre países miembros de CEPAL

Christian Moscoso W.

Programa de Economía de Minerales

Universidad de Chile

www.min-econ.cl

Santiago de Chile, Noviembre de 2010

AGENDA

1. Competitividad y Fundamentos Económicos
2. Principales Desafíos
3. Oportunidades de Cooperación

1. Competitividad y Fundamentos Económicos

1.1 Estructuras de Mercado – Grado de Concentración

- Basada en un recurso, por ende heterogéneo, escaso, de difícil extracción económica, Demanda actual con poca elasticidad precio originado principalmente en salmueras y secundariamente en minerales pegmatíticos y arcillas
- Cierta evidencia de voluntad de internalizar externalidades positivas
- Interdependencia entre productores de salmueras
- Presencia de actores integrados verticalmente

1. Competitividad y Fundamentos Económicos

1.2 Barreras de entrada

- Existencia de economías de escala
- Por basarse en un recurso natural heterogéneo existirá un potencial de rentas económicas de tipo Ricardianas, con depósitos de inferioridad absoluta en costos directos.
- Algún grado de diferenciación de producto, especialmente en el caso de minerales pegmatíticos

1.3 Naturaleza, evolución y elasticidad de la demanda

- Hasta ahora la industria ha mostrada un baja elasticidad precio de la demanda
- Ello establece una oportunidad de practicar políticas de precio para los competidores de menores costos, especialmente ante la presencia capacidad instalada ociosa y reservas abundantes
- Transacciones exclusivamente privadas

1. Competitividad y Fundamentos Económicos

Resumen de estrategias desarrolladas por las empresas

Estrategia identificada	Chemetall GMBH	FMC	SQM	Efecto
Abastecimiento de materias primas bajo las mejores condiciones de mercado	X	X	X	-Aumento de las barreras de entrada -Aumento de la concentración
Concentrada en segmentos de mayor potencial de crecimiento	X	X	X	-Aumenta el grado de diferenciación de los productos
Concentración en el desarrollo de aplicaciones especializadas, fuerte componente de investigación y desarrollo	X	X	x	-Aumento de las barreras de entrada -Aumento de la concentración -Aumenta el grado de diferenciación de los productos
Política de precios	X	X	X	-Aumento de las barreras de entrada -Aumento de la concentración
Integración vertical	X	X	x	-Aumento de las barreras de entrada -Aumento de la concentración
Crecimiento intensivo (extensión de la gama de productos)			X	-Aumento de las barreras de entrada -Aumento de la concentración -Aumento de las economías de escala

Fuente: Estudio Económico - Jurídico de una Eventual Liberalización de la Explotación y Comercialización del Litio – Universidad de Chile – Ministerio de Minería, 2003

2. Principales Desafíos

2.1 Sustentabilidad

- Consideremos los recursos mineros y al litio como un recursos estrictamente no renovable
- El desafío principal para los estados es instaurar mecanismos económicos que permitan generar bienestar social en el muy largo plazo, a partir de esta riqueza natural
- Ello se puede lograr por la vía tributaria y por la vía de generación de conocimiento, tecnología y negocios tecnológicos
- Lo anterior es el interés de los países productores
- El interés central de los países importadores es asegurar el abastecimiento al costo más bajo posible

2. Principales Desafíos

2.2 Desafíos desde el lado de la oferta

- El desarrollo del litio requiere de una gran capacidad de desarrollo tecnológico de productos que incorporen litio y de una gran capacidad empresarial para comercializarlos internacionalmente
- El impacto económico del litio se logra a través de su participación en usos convencionales y no convencionales
- Mientras los primeros se encuentran en aparente declinación, los segundos están usualmente relacionados con tecnologías o procesos que se encuentran en desarrollo
- Lo anterior dificulta la valorización en la comunidad nacional, y particularmente entre emprendedores tecnológicos, desarrolladores, investigadores y autoridades, de las potencialidades del desarrollo tecnológico asociado a este metal

2. Principales Desafíos

- Las iniciativas de desarrollo tecnológico vinculadas al litio, deben orientarse hacia los productos derivados de este elemento, en vez de hacia los procesos que generan el carbonato de litio
 - el mercado de los productos y el volumen de recursos involucrados en este mercado es muy superior al asociado a los procesos productivos.
- La comunidad y los consorcios de organizaciones interesadas en promover proyectos de desarrollo en litio, debieran partir por instalar foros de discusión científica y tecnológica, para romper las murallas de percepciones equivocadas.

2. Principales Desafíos

2.3 Elementos que determinan el costo de producción del carbonato de litio a partir de salmueras:

- Ley de la salmuera (concentración)
- Relación entre magnesio versus litio
- Tasa de evaporación neta
- Co-productos o sub-productos
- Ubicación
- Costos de insumo cenizas
- Porosidad

Potencial competitivo de los recursos de Litio

Ley de las salmueras

NOMBRE YACIMIENTO	Concentración Promedio Litio (ppm)	Rango Concentración Litio (ppm)
SALARES EN PRODUCCIÓN		
Clayton Valley (Silver Peak)	2008: 230	100 y 360 ppm
Salar de Atacama	1998: 1500; 2008: 1100	600 y 5000 ppm
Salar del Hombre Muerto	692	500 y 782 ppm.; 220 - 1000 ppm
Taijinajer Salt Lake	360	s.i.
Zhabuye Salt Lake	1200	s.i.
Dongtai Salt Lake	s.i.	s.i.
Quinghai Salt Lake	s.i.	s.i.
SALARES EN EVALUACIÓN		
Salar del Rincón (Argentina)	2008: 330	s.i.
Salar de Olaroz (Argentina)	2009: 800 ppm	s.i.
Salar de Uyuni (Bolivia)	1998: 350	1991: 4.700 ppm en un área muy pequeña; 3.000 ppm en alrededor de 50 km ² ; y 500 a 600 ppm en el resto del salar
Dangxiangscuo (DXC) Salt Lake (China)	2008: 400	400 a 500 ppm
Salar Maricunga,	2000: 1560	2009: 400 - 1500 ppm
Salar de Pedernales (Chile)	2010: Sureste 4.500	2010: 680 a 4.500 ppm

Potencial competitivo de los recursos de Litio

Razón Mg / Li

NOMBRE YACIMIENTO	Razón Mg/Li
SALARES EN PRODUCCIÓN	
Clayton Valley (Silver Peak)	1,43 : 1
Salar de Atacama	6,4 : 1
Salar del Hombre Muerto	1.37 : 1
Taijinajer Salt Lake	s.i.
Zhabuye Salt Lake	0,008 : 1
Dongtai Salt Lake	Alta
Quinghai Salt Lake	Alta, 40 a 60 veces
SALARES EN EVALUACIÓN	
Salar del Rincón (Argentina)	8.6 : 1
Salar de Olaroz (Argentina)	2,8 : 1
Salar de Uyuni (Bolivia)	22/1; 18,6/1
Dangxiangscuo (DXC) Salt Lake (China)	0.22 : 1
Salar Maricunga, parte Central y Norte del mismo (Chile)	s.i
Salar de Pedernales (Chile)	13,0: 1, rango de 15,7:1 y 49:1

Potencial competitivo de los recursos de Litio

Tasa de Evaporación

NOMBRE YACIMIENTO	Tasa de Evaporación (mma)
SALARES EN PRODUCCIÓN	
Clayton Valley (Silver Peak)	900
Salar de Atacama	3600
Salar del Hombre Muerto	2775
Taijinajer Salt Lake	3560
Zhabuye Salt Lake	Más baja que los salares de Chile y Argentina
Dongtai Salt Lake	s.i.
Quinghai Salt Lake	s.i.
SALARES EN EVALUACIÓN	
Salar del Rincón (Argentina)	3000
Salar de Olaroz (Argentina)	2600
Salar de Uyuni (Bolivia)	1500
Dangxiongscuo (DXC) Salt Lake (China)	2300
Salar Maricunga, parte Central y Norte del mismo (Chile)	1200
Salar de Pedernales (Chile)	1200

Potencial competitivo de los recursos de Litio

Porosidad

NOMBRE YACIMIENTO	Porosidad
SALARES EN PRODUCCIÓN	
Clayton Valley (Silver Peak)	s.i.
Salar de Atacama	18% en el núcleo superficial hasta ca. 6% en el núcleo profundo
Salar del Hombre Muerto	
Taijinajer Salt Lake	s.i.
Zhabuye Salt Lake	s.i.
Dongtai Salt Lake	s.i.
Quinghai Salt Lake	s.i.
SALARES EN EVALUACIÓN	
Salar del Rincón (Argentina)	8 a 10%
Salar de Olaroz (Argentina)	
Salar de Uyuni (Bolivia)	0,35
Dangxiongscuo (DXC) Salt Lake (China)	s.i.
Salar Maricunga	8%
Salar de Pedernales (Chile)	4 a 8%

Potencial competitivo de los recursos de litio

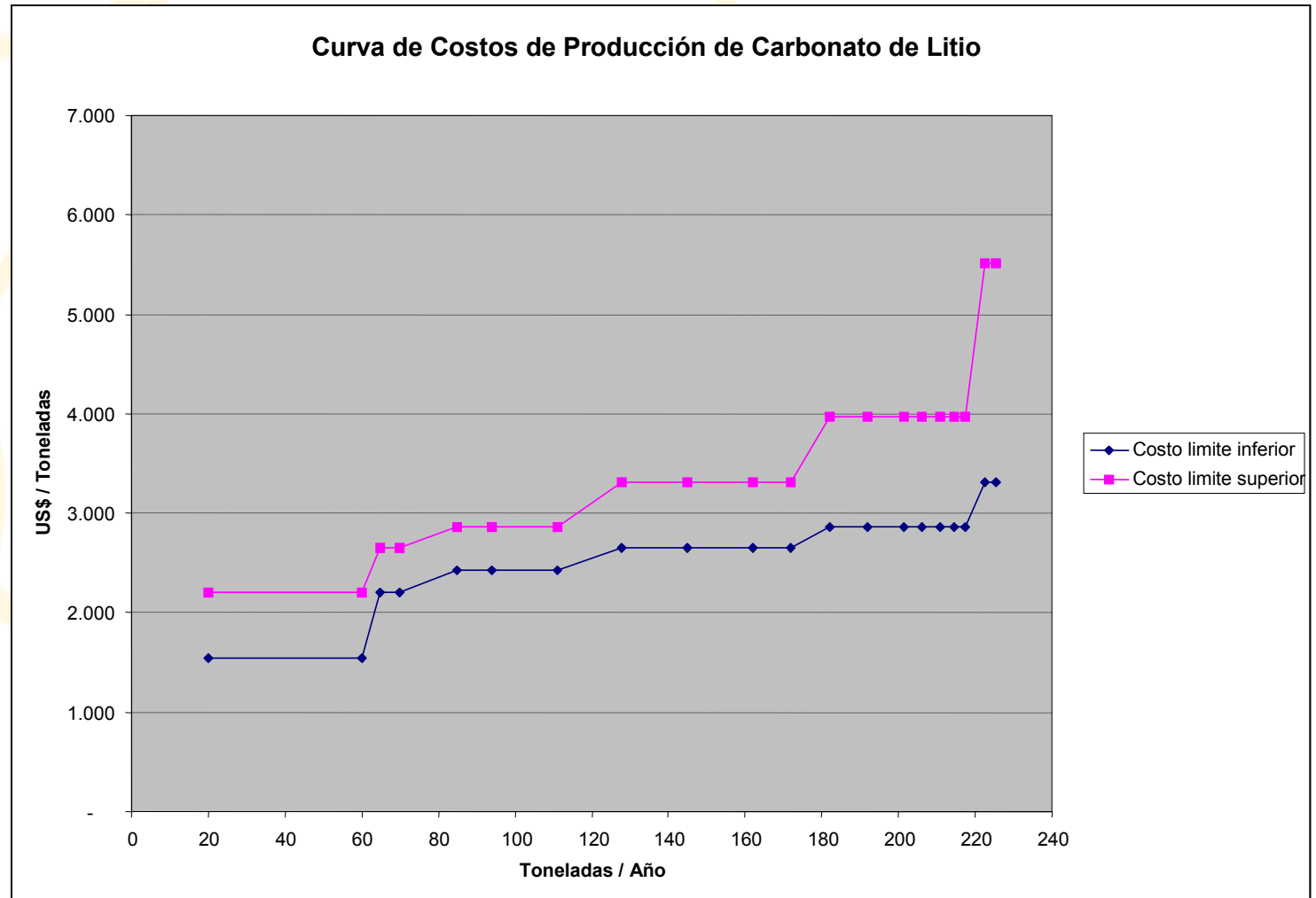
Comparación de costos de producción de carbonato litio

#	Depósito	País	Concentración %	Relación Magnesio : Litio	Evaporación	Rango de costo ^{III}	Rango de costo		
					mma	(US\$ por libra)	US\$ por ton.		
1	Atacama	Chile	0.15	6.4	3700	0.70–1.00	1.543	-	2.205
2	DXC	Tíbet, China	0.04-0.05	0.22	2300	1.00–1.20	2.205	-	2.646
3	Zhabuye China	Tíbet, China	0.05-0.1	0.001	2300	1.00–1.20	2.205	-	2.646
4	Taijinaier	China	0.03	34	3560	1.10–1.30	2.425	-	2.866
5	Hombre	Argentina	0.06	1.37	2600	1.10–1.30	2.425	-	2.866
6	Olaroz	Argentina	0.09	2	2600	1.10–1.30	2.425	-	2.866
7	Silver Peak	USA	0.023	1.5	1000	1.10–1.30	2.425	-	2.866
8	Rincón	Argentina	0.04	8.5	2600	1.20–1.50	2.646	-	3.307
9	Maricunga	Chile	0.156	8	2600	1.20–1.50	2.646	-	3.307
10	Greenbushes	Australia	1.36	n/a	n/a	1.20–1.50	2.646	-	3.307
11	Uyuni	Bolivia	0.04	19	1500	1.30–1.80	2.866	-	3.968
12	Masvingo (Bikita)	Zimbabwe	1.4	n/a	n/a	1.30–1.80	2.866	-	3.968
13	Bernic Lake	Canadá	1.28	n/a	n/a	1.30–1.80	2.866	-	3.968
14	Cherryville	USA	0.68	n/a	n/a	1.30–1.80	2.866	-	3.968

Fuente: Yaksic, A., Tilton, J.E., "Using the Cumulative Availability Curve to Assess the Threat of Depletion: The Case of Lithium" Resources Policy, Vol. 34, (2009).

Potencial competitivo de los recursos de Litio

Curva de Costos de Producción de Carbonato de Litio



2. Principales Desafíos

2.4 Desafíos desde el lado de la demanda

- “The Trouble with Lithium” y “The Trouble with Lithium 2”, Meridian Research:
 - Supuesta escasez de oferta basado en que los minerales pegmatíticos no pueden ser utilizados en la producción de baterías y un aumento rápido de la demanda no podría ser seguido por la oferta
 - El litio es medianamente escaso en términos de concentraciones financieramente viables.
 - Para que aumente la oferta de cualquier commodity es necesario la disponibilidad a pagar un premio de precio (renta tipo Hotelling)
 - Dado los niveles actuales de oferta y demanda y las expectativas de corto plazo, no es probable que exista dicha escasez

Consumo global de litio versus valor agregado

Gráfico 1: Consumo Global de Litio (LCE), 2008

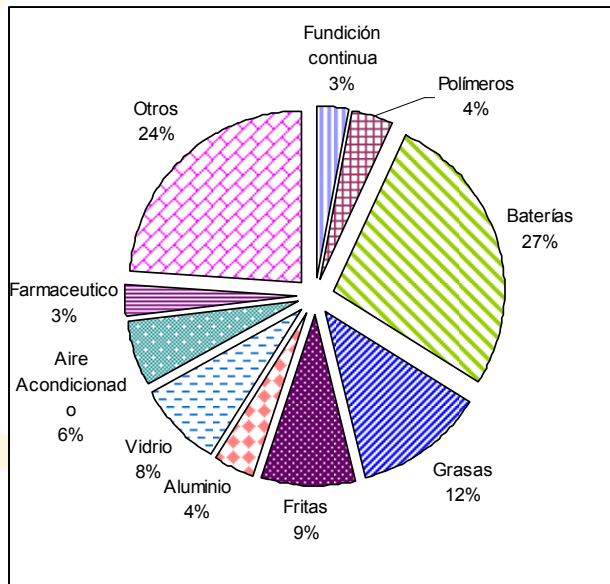
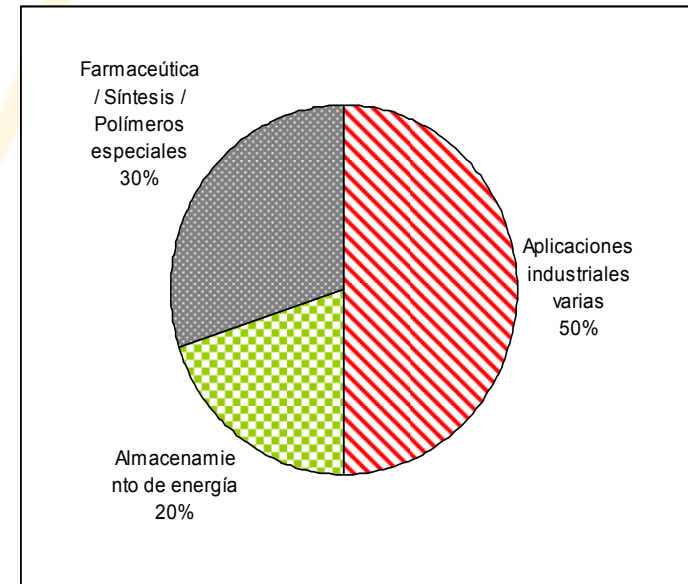


Gráfico 2: Valor Agregado del Consumo de Litio (US\$), 2008



Fuente: Credit Suisse

Proyecciones de Crecimiento de la Demanda por Litio (TM de LCE)

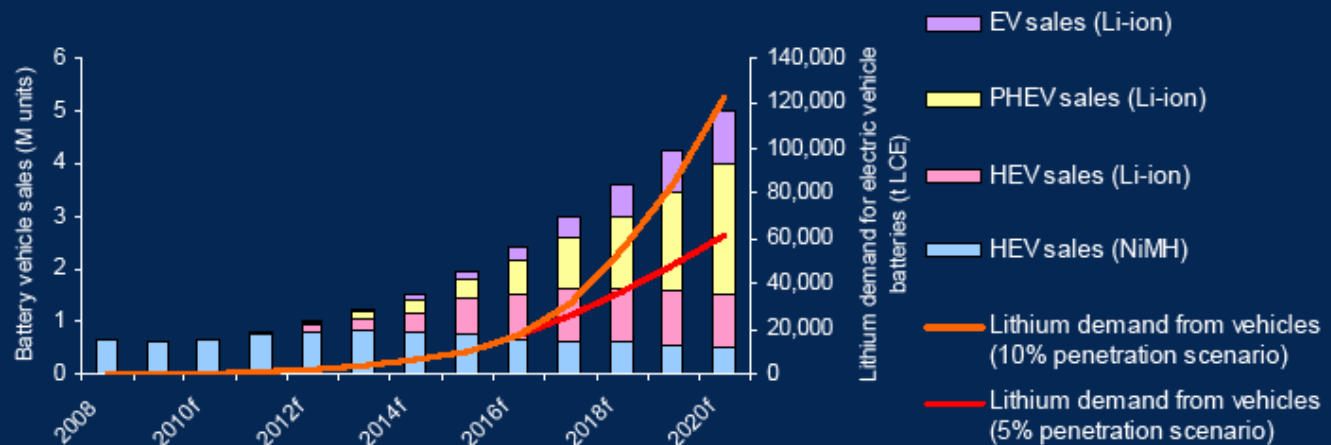
(Credit Suisse, 2009)

2006	2007	2008	2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E
Demanda desde los mercados tradicionales														
76	82	85	68	7.706	77.126	80.982	85.031	89.283	93.747	98.434	103.356	108.523	113.950	119.647
Tasa de crecimiento														
	7.9%	3.7%	-20.0%	7.0%	6.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
Demanda desde el mercado de los vehículos eléctricos														
0	-	-	41	247	1.059	2.167	3.843	6.484	9.469	18.699	38.153	58.281	63.960	81.090
Demanda total														
76	82	85	109	7.953	78.185	83.149	88.874	95.767	103.216	117.133	141.509	166.804	177.910	200.737
Tasa de crecimiento														
	7.9%	3.7%	-20.0%	7.3%	7.1%	6.3%	6.9%	7.8%	7.8%	13.5%	20.8%	17.9%	6.7%	12.8%

Proyección de la demanda por litio derivada del consumo de autos eléctricos

Significant potential for increased lithium demand from mid-2010s as EV roll-out gains momentum

World: Electric vehicle production and lithium demand for electric vehicle batteries, 2008-2020



Source: Roskill data

Note: Vehicle sales data assumes 5% electric vehicle penetration by 2020 (i.e. 5% of total vehicles will have some form of battery power assist)
2kg LCE in HEV, 15kg LCE in PHEV and 22kg LCE in EV

Roskill

Approachable. Independent. Expert.

15

Fuente: The lithium market: 2009 review and Outlook, Approachable.

Robert Baylis Manager – Industrial Minerals Research, Roskill Information Services Ltd.

2. Principales Desafíos

- El objetivo estratégico es lograr que las tecnologías de baterías que incorporen litio, se transformen en el estándar de la industria, tanto para automóviles como para aparatos electrónicos portátiles.
 - La química del litio es capaz de producir más potencia y transportar más energía que aquellas baterías basadas en otros minerales.
 - La tecnología alternativa que puede desafiar la primacía del litio en el mundo de la baterías está encabezadas por el desarrollo de los ultracapacitores.

2. Principales Desafíos

- Son dispositivos que almacenan energía atiborrándose de carga y almacenando energía en el campo eléctrico que se genera en su interior.
- El problema es que al extraerles energía, pierden voltaje aceleradamente, lo que lleva a usar convertidores para mantener constante el voltaje.
- Las baterías de sales fundidas deben aún superar el desafío de mantener las sales fundidas en un contenedor estanco.
- Ello complica su uso en automóviles y portátiles.

2. Principales Desafíos

- La alta reactividad del Litio metálico con las soluciones usadas como electrolitos, ha sido un conductor principal de la investigación.
 - Las celdas de ión de litio han permitido superar tanto el tema de la reactividad, como el tema asociado de la baja conductividad de electrolitos no acuosos.
 - Se trata de insertar iones de litio en compuestos que dan servicio a ambos electrodos.
 - Existen docenas de diferentes bases químicas para baterías de ión-litio, basadas en diferentes materiales compuestos, litiados, para ánodos y cátodos, así como diferentes tipos de electrolitos.
 - El esfuerzo desde hace más de una década, se concentra en todos los aspectos de la química, diseño, manufactura y aplicación de las baterías de litio.

3. Oportunidades de cooperación

- Los negocios tecnológicos que se generen, pueden estar en el ámbito de la extracción y en el de tecnología de productos.
- En el segundo caso, las oportunidades se orientan especialmente a:
 - Desarrollo de tecnologías para baterías
 - Desarrollo de materiales para reactores de fusión nuclear
- Alcanzar masa crítica en estas áreas, requiere de grandes recursos financieros.
- Existe la oportunidad de aportar financiamiento de empresas y gobiernos, en áreas en que la colaboración sea posible (pre-competitiva).
- En materia competitiva, se puede negociar aportando infraestructura de I+D, financiamiento y relaciones comerciales.
- Facilidades para post-doctorados, pasantías de investigación, colaboración inter-institucional, son deseables existiendo financiamiento.