

Charla:

El litio, su estado actual y las perspectivas futuras

Dr. Gonzalo Gutiérrez

Departamento de Física, Facultad de Ciencias
Universidad de Chile

Domingo 7 de octubre
11:00 a.m.

Auditorio Facultad de Ciencias Naturales y
Oceanográficas
Universidad de Concepción

Organiza:



Center for Optics and Photonics

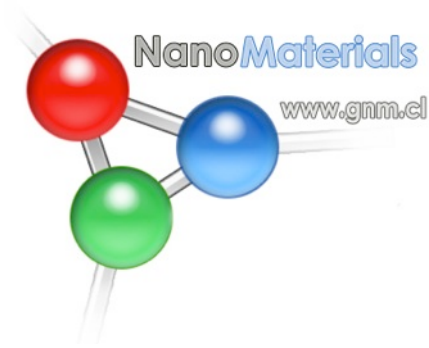
Patrocina:



**BLOQUE
DE CIENCIAS**



+ CIENCIA PARA CHILE



Litio: su situación actual y las perspectivas futuras

Gonzalo Gutiérrez,

Departamento de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad de Chile

gonzalo@fisica.ciencias.uchile.cl

Seminario Litio, Universidad de Concepción, 7 Octubre. 2012

Litio

- El Litio se encuentra en
 - minerales,
 - salmueras,
 - Arcillas,
 - agua de mar.

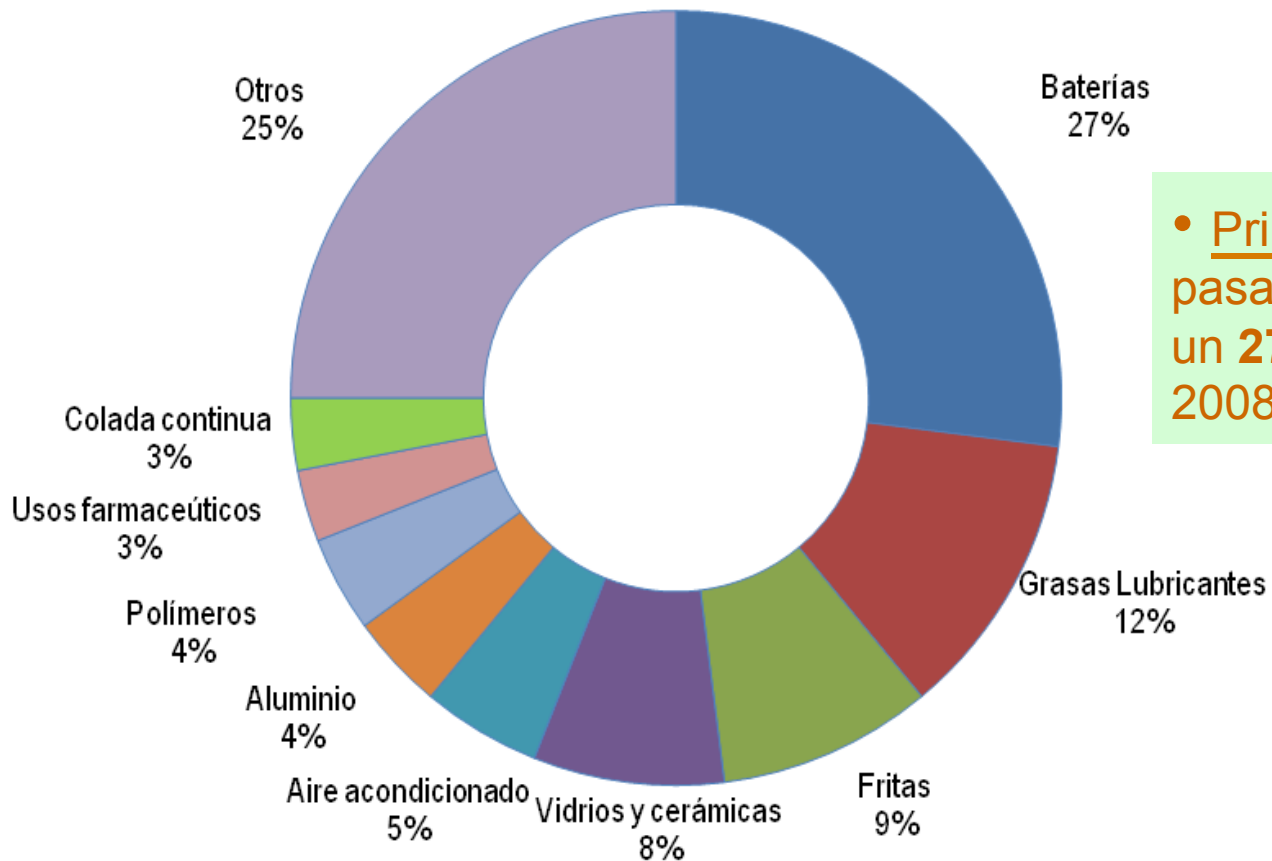
- Actualidad sólo dos procesos económicamente factibles: mediante
 - **Minerales**
 - **salmueras**

Litio

- De ambas fuentes,
 - la primera transformación para la obtención del litio, *carbonato de litio* (Li_2CO_3).
 - En una segunda fase de transformación se obtienen los compuestos de litio (hidróxido de litio -LiOH- y cloruro de litio -LiCl-).
 - Una tercera fase de producción permite obtener litio metálico, butil litio y derivados orgánicos e inorgánicos.

Usos del Litio

Principales Usos del Litio*



- Principal cambio: “Baterías”, pasaron de un **7%** en 1998 a un **27%** de participación en el 2008.

Usos estratégicos del Litio

- Fusión nuclear: combustible como litio 6
- Almacenamiento de electricidad: baterías de litio

• Principal cambio: “Baterías”, pasaron de un 7% en 1998 a un 27% de participación en el 2008.

Li: reservas mundiales

Reservas Mundiales de Litio.
(toneladas de litio)

¡incertidumbre!

País / Fuente	Pegmatitas	Salmueras	Salmueras geotermales y pozos petrolíferos	Arcillas (Hectorita)	Jadarita	TOTAL Reservas
EEUU	2.830.000	40.000	1.750.000	2.000.000		6.620.000
Canadá	255.600					255.600
Zimbawe	56.700					56.700
Zaire	2.300.000					2.300.000
Australia	262.800					262.800
Austria	100.000					100.000
Finlandia	14.000					14.000
Rusia	1.000.000					1.000.000
Serbia					850.000	850.000
Brazil	85.000					85.000
China	750.000	2.640.000				3.390.000
Bolivia		5.500.000				5.500.000
Chile		6.900.000				6.900.000
Argentina		2.550.000				2.550.000
TOTAL x fuente	7.654.100	17.630.000	1.750.000	2.000.000	850.000	29.884.100

Fuente: datos extraídos de Evans, R. (2008)

39%

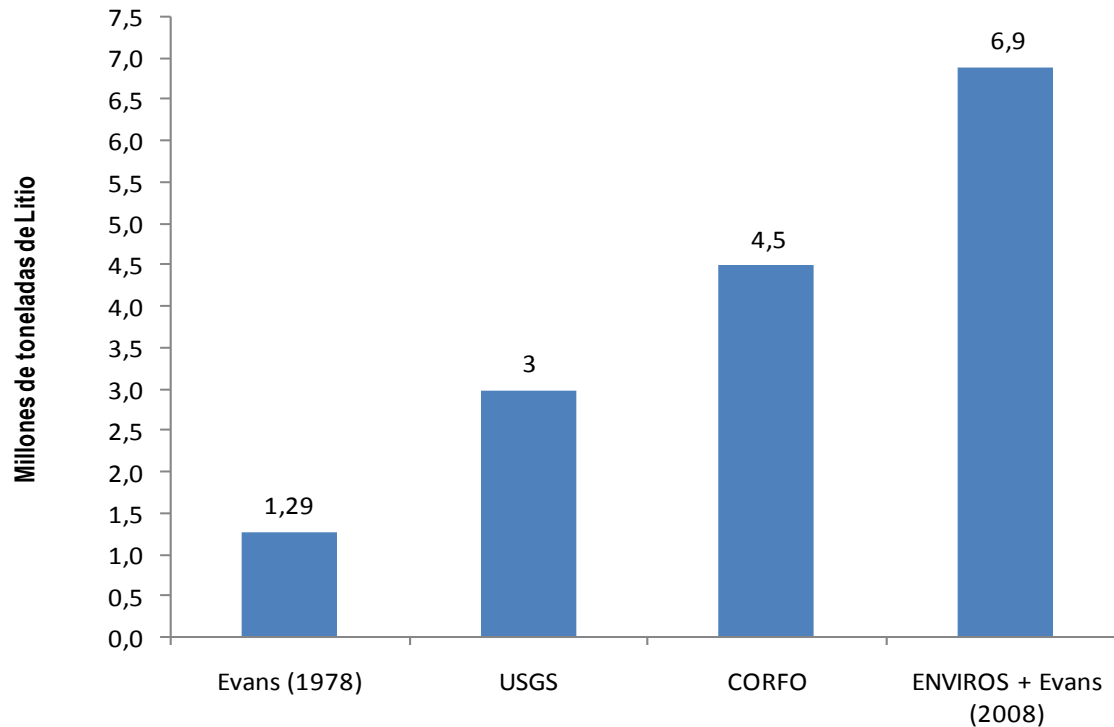
23%

Li: reservas en Chile

¡más incertudumbre!

Estimaciones de reservas de Litio en el Salar de Atacama.
(Millones de toneladas)

Estimaciones de reservas en el Salar de Atacama



Fuente: Cochilco (2009).

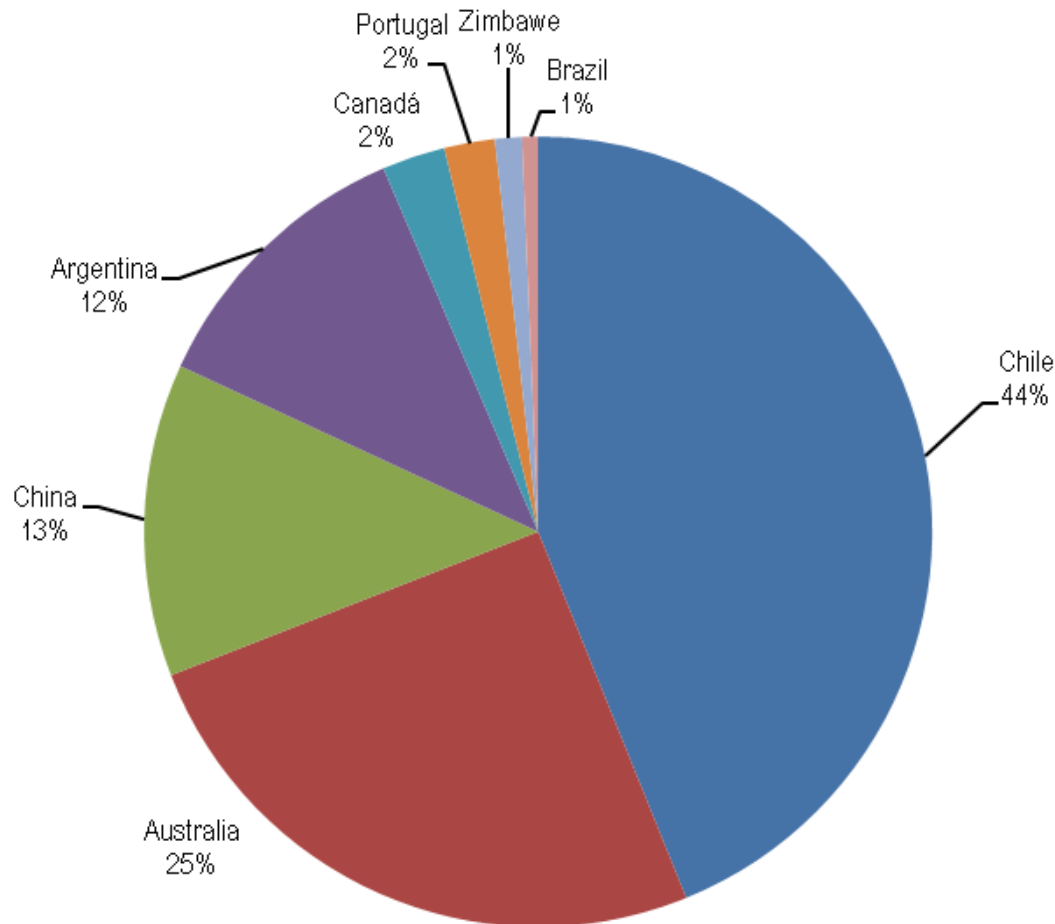
Salar de Atacama cuenta con las reservas de litio de mayor calidad: 1,5 g/lit

Otros: 0,4-0,8 g/lit

- Mayor tasa de evaporación del mundo

Li: producción mundial y Chile

Participación mundial en la producción de Litio(2008)



Fuente: Cochilco a base de datos USGS (2008).

¿Cómo se produce el Li en Chile?

Se obtiene de salmueras contenidas en los salares



Contenido de los salares se ha formado durante el tiempo.

Recarga (ríos superficiales y subterráneos).

Elementos de valor desde actividad volcánica.

Determinada forma olla hídrica.

•Salmueras son poli-componentes salinos (Sodio, Sulfato, Litio, Boro, Cloruros, Potasio).

Explotación de Litio

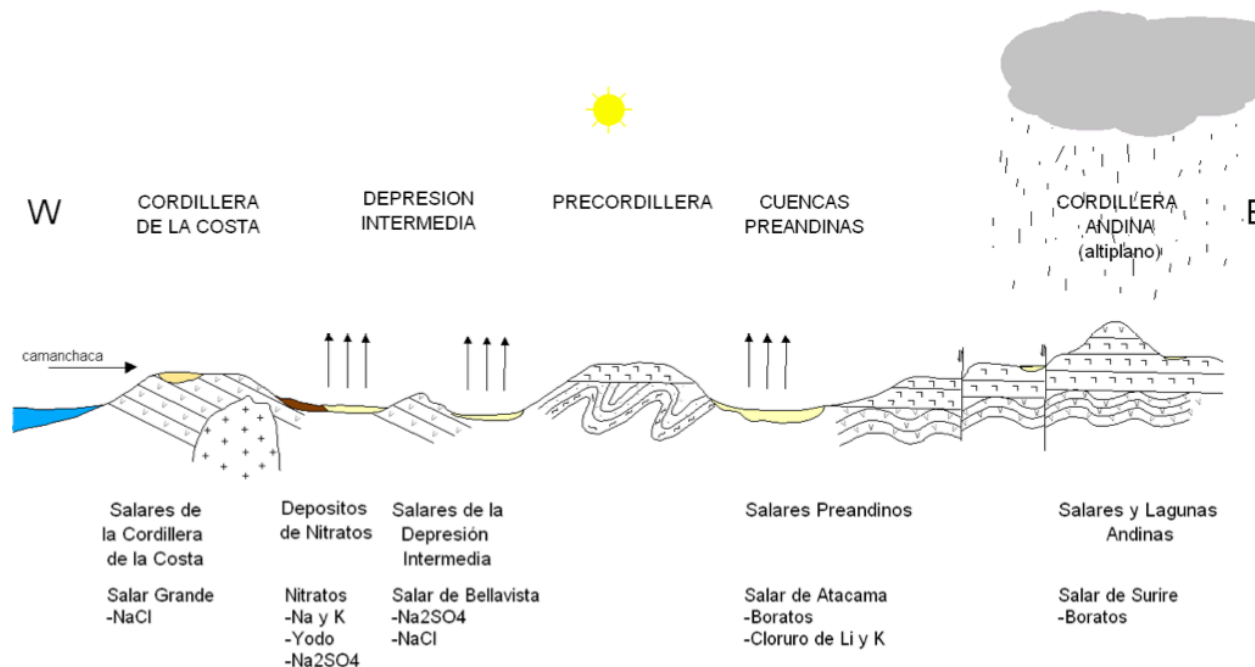
Proceso en 3 etapas:

extracción → concentración → purificación



- Etapa de Concentración mediante evaporación solar. Objetivo:
 - Concentrar Litio.
 - Separación otras sales.
- Obtención de Litio asociada a producción de sales de Potasio y ácido bórico.
- Sales de Potasio muy importante como componente fertilizante.
- Sobre el 90% del agua contenida en la salmuera fresca es evaporada

Salar: sistema dinámico vivo



Minería totalmente diferente a la tradicional

Recarga Salar de Atacama

Rio	Cauda (l/s)
San Pedro	900
Vilama	250
Hécar	230
Socaire	150
Llonas	90
Total	1620



Fuente: Boric, R., Díaz F. y Makshev, V, 1990. Geología y Yacimientos metalíferos de la Región de Antofagasta, SERNAGEOMIN

Situación legal I

LEY N° 16.319
Crea la Comisión
Chilena de Energía
Nuclear

Declara al Litio como material de interés nuclear (Art.2)

Fomentar, realizar o investigar la exploración, explotación y beneficio de materiales atómicos naturales y el acopio de materiales de interés nuclear (Art.3)

Determina que el Litio extraído y los concentrados derivados o compuestos no podrán ser objeto de ningún acto jurídico, sino cuando se ejecute por la CCHEN, con ésta o con su autorización previa (Art. 8)

Situación legal II

LEY N° 18.248

**CÓDIGO DE
MINERÍA
(14.10.1983)**

**Litio No Susceptible de Concesión Minera
(Art.7)**

**Exploración y Explotación del Litio podrá
ejecutarse por el Estado o sus empresas
o concesiones administrativas o
contratos especiales de operación.
(Art.8)**

**Podrá constituirse concesión minera sobre las
sustancias que acompañan al Litio en un
yacimiento. El Estado podrá exigir la separación
del Litio sujeto a condiciones técnicas y
económicas (*).
(Art.9)**

(*) CCHEN representa al Estado en el caso del Litio

Situación legal III

**DECRETO
SUPREMO N° 302
PLAN NACIONAL
DE DESARROLLO
NUCLEAR
(21.12.94)**

Investigación y Desarrollo En Materiales

**Fomentar la exploración y explotación de
materiales atómicos naturales y
materiales de interés nuclear.**

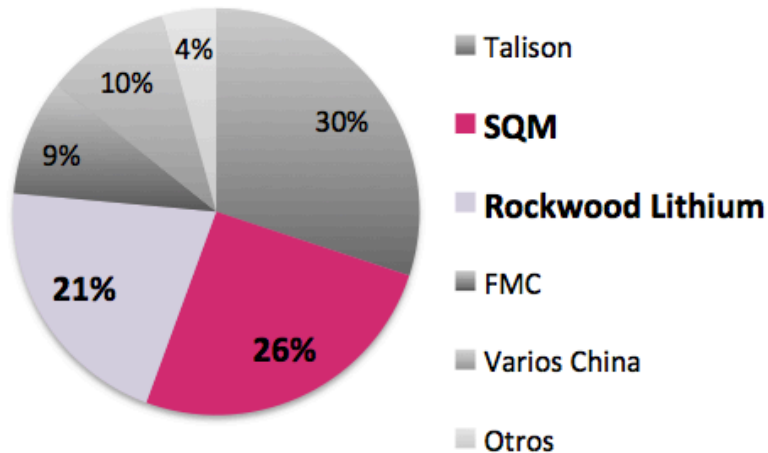
**Incentivar y apoyar la investigación de procesos
metalúrgicos, químicos y físicos básicos para
aumentar el valor agregado de los compuestos de
litio y otros de interés nuclear.**

Actores mercado chileno

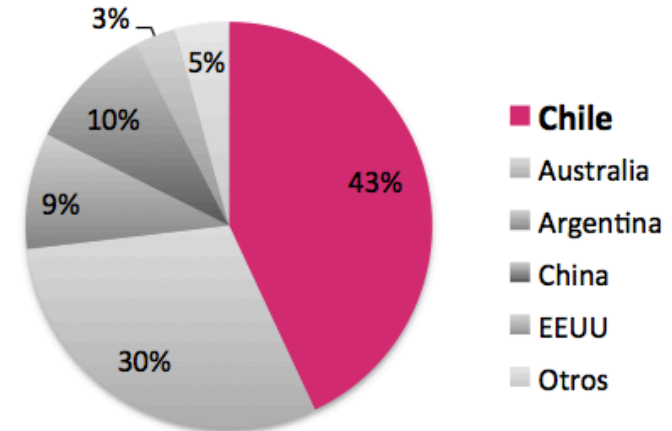
- CORFO tiene **32.768** pertenencias mineras en el Salar de Atacama.
- CORFO arrienda **SCL 3.343** pertenencias;
SQM 16.384;
fijó una franja de seguridad de 1.370 pertenencias.
- Las 11.670 pertenencias restantes no pueden ser explotadas.
- CCHEN ha autorizado
 - **SCL 170.081** toneladas, por 30 años (2014);
 - **SQM 180.100** toneladas, 1994, hasta 2030

Li: producción 2012

Oferta de litio por productor - 2012



Oferta de litio por país - 2012



Ventajas Chile

- Producción a partir de salmueras → producción de bajo costo en comparación con minerales
- Salmueras del Salar de Atacama → grandes ventajas por composición química y condiciones ambientales: Elevadas concentraciones de litio y potasio; bajo magnesio; alta tasa de evaporación solar.
- Cercanía puerto
- Producción in-situ de químicos de litio (carbonato de litio e hidróxido de litio)

Fuente: signumBOX.

Fuente: tomado de presentación D. Desormeaux, Ag. 2012

¿Quién debe fiscalizar?

Medio Ambiente y Fiscalización

Muchos Salares se encuentran en Parques y/o reservas ambientales.

- Depositarios de Fauna, Ecosistema o proveen agua a comunidades.

Actual Fiscalización de Salares es:

- Minería, Sernageomin
- Litio, CCHEN
- Propiedades Salar de Atacama, CORFO
- Agua, DGA
- Ecosistemas, Ministerio de Medio Ambiente
- Parques Nacionales y Reservas, CONAF

Visita Consejo Directivo CCHEN



...muchas preguntas sin respuesta...

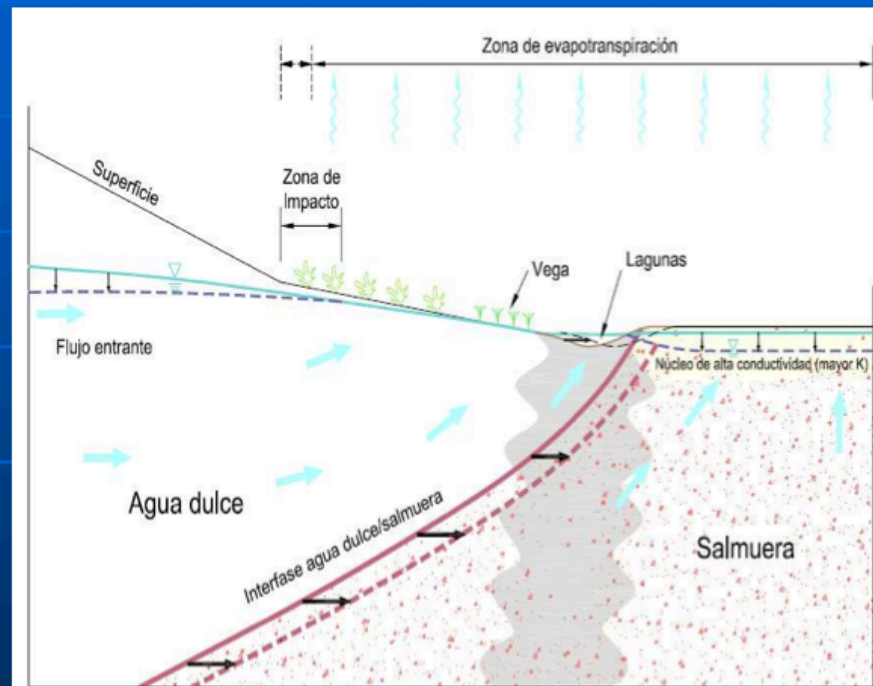
¿Es sustentable la explotación del salar?

Sustainable development concerns: Assessing hydrologic and environmental impacts

Potential effects of brine extraction on delicate balance of fresh and/or ground water supplies

Comprehensive environmental impact assessment studies and monitoring is crucial to prevent, minimize and mitigate negative impacts on the flora, fauna and ecosystems in the salares and the adjacent areas.

Weak environmental regulation and control mechanisms can lead to significant damages and "external" effects.



Extracción de salmuera

- Interfase salina se desplaza hacia el núcleo
- Nivel freático - descendiendo aguas arriba de la zona de vegetación
- Las lagunas migran y la salinidad cambia
- Reducción de los niveles de salmuera



Ralph Wahnschafft

**Emerging Issues Branch
Division for Sustainable Development
United Nations
Department of Economic and Social Affairs
New York, NY 10017**

Seminario
sobre
posibilidades
del Li
Cepal 2010

Ene 2011

¿Cuál debe ser su tasa de explotación?

No existe un modelo hidrodinámico sobre el comportamiento de los salares

CORFO, that has been responsible for managing this development, play active roles. Such activities might involve the development of interpretive models that monitor and predict the availability of the resource, and consider the impacts of current rates of exploitation on the surrounding environmental quality. This will enable informed decisions concerning requests to increase rates of exploitation, as well as the development of standards to internalise negative environmental impacts. Such policies would presumably extend to development of a mine management and closure policy that ensures appropriate level of rehabilitation as the operations in the Salar proceed.

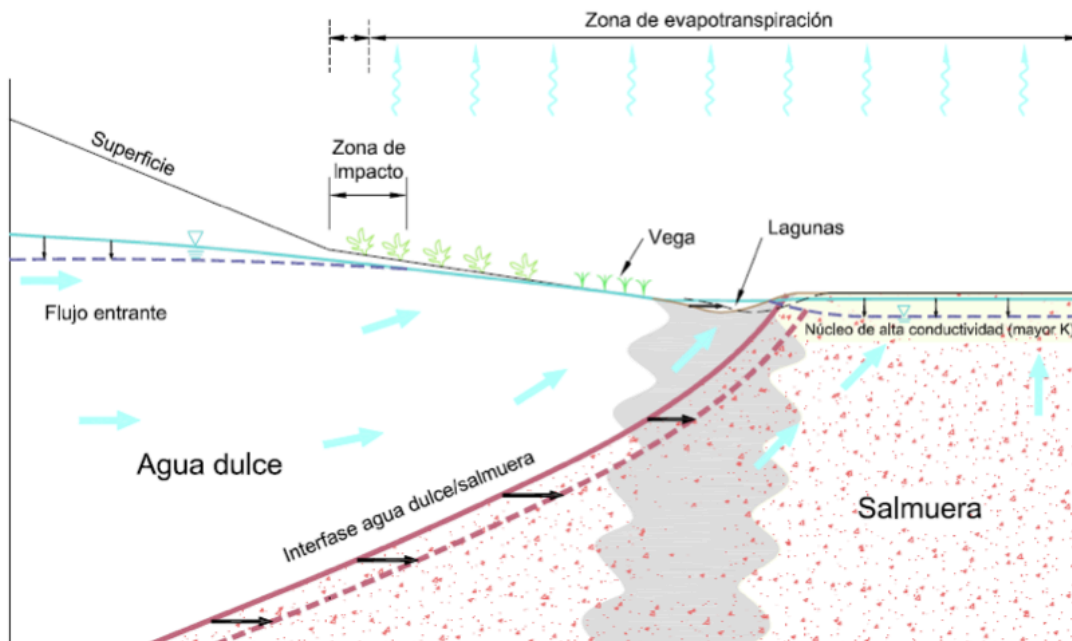
The lithuim industry

Ebensperger et al., *Resource Policy* 30, 218 (2005)

¿Cuánta salmuera de puede extraer?

No se conocen los daños que puede producir la extracción de salmueras

Potential affect of brine abstraction



Extracción de salmuera

- Interfase salina se desplaza hacia el núcleo
- Nivel freático - desciende aguas arriba de la zona de vegetación
- Las lagunas migran y la salinidad cambia
- Reducción de los niveles de salmuera

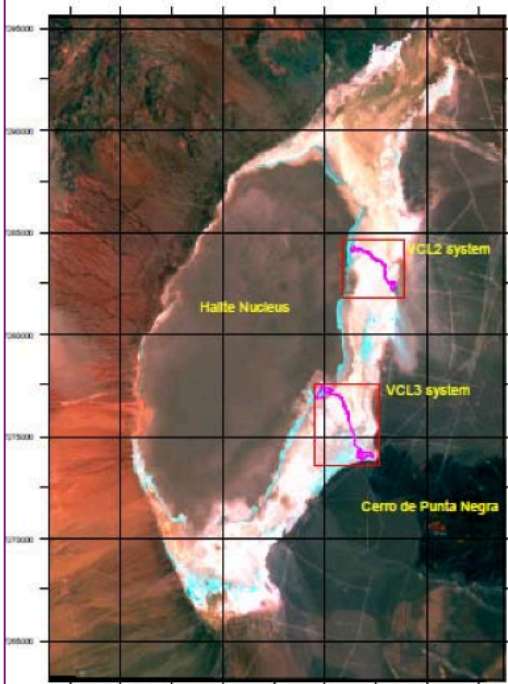
John McCartney
ASSESSING
HYDROLOGIC
IMPACTS OF
POTASSIUM/LITHIUM
EXTRACTION
FROM SALT FLATS

Seminario Cepal
2010

¿Qué ocurre con el agua?

Ni tampoco se conocen los daños que puede producir la extracción de agua

Groundwater dependent ecosystems



John McCartney
ASSESSING
HYDROLOGIC
IMPACTS OF
POTASSIUM/LITHIUM
EXTRACTION
FROM SALT FLATS

Seminario Cepal
2010

¿Cuál es el mejor proceso de extracción?

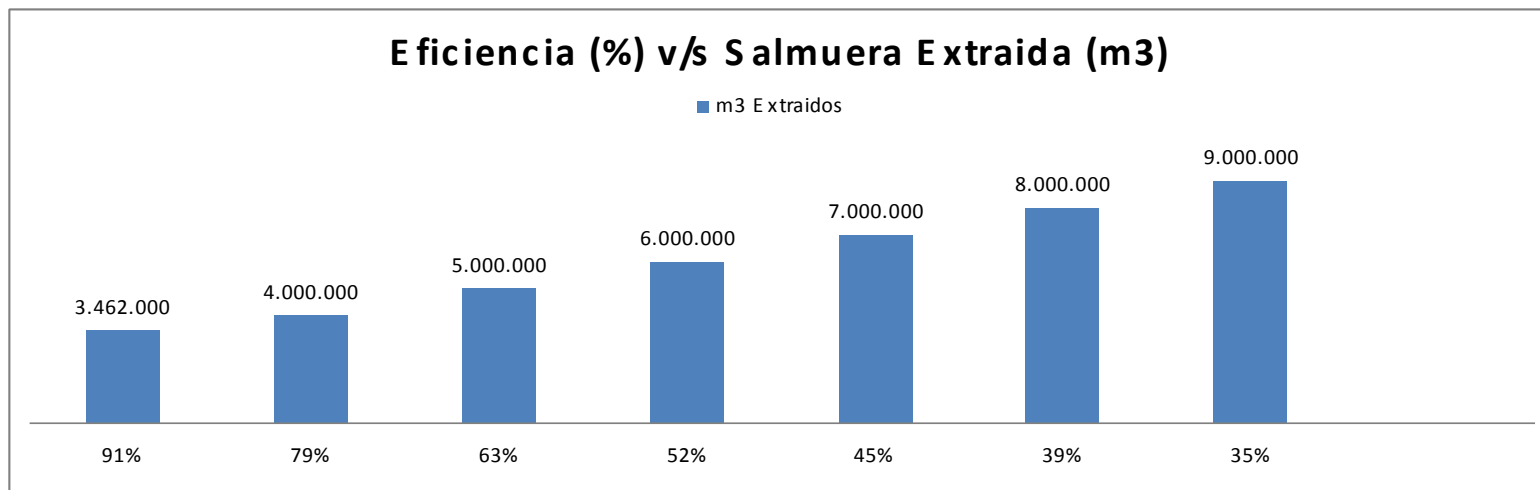
-No se conocen los efectos que tiene la reinyección de Li

-No se sabe cuan eficiente es el proceso de producción:

Ejemplo de Calculo:

Caudal extracción SQM (l/s)	276
Concentración Li (g/l)	1,7
Caudal extracción SQM (m ³ /año)	8.703.936
Producción Real de Li ₂ CO ₃ SQM (t)	28.360
Producción Teórica de Li ₂ CO ₃ SQM (t)	78.418
Eficiencia (%)	36

En el año 2006, SQM solicitó aumentar a 400 l/s la extracción de salmuera del sector MOP



R. Mallea,
CIMM
2010.

Situación actual

No se conocen los recursos ni las reservas del conjunto de los salares....ni siquiera se tiene un detalle del Salar de Atacama...

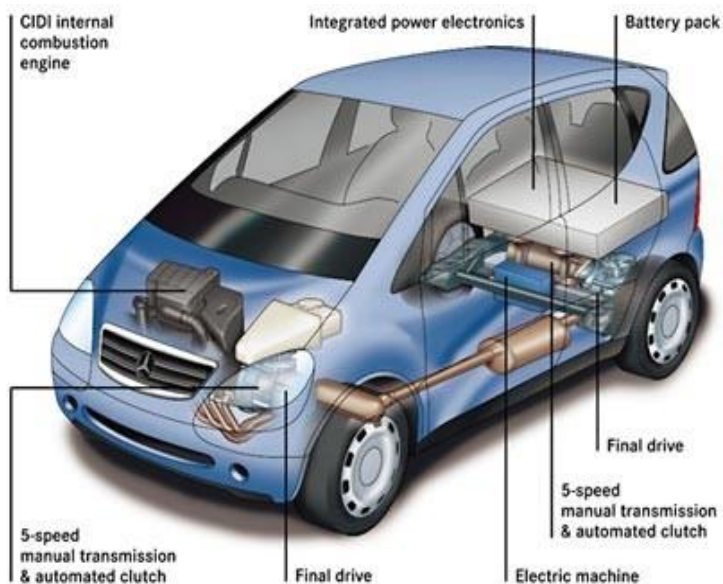
Información existente es de los años '80, y se basa en datos públicos y privados fragmentados

Sernageomin presentó el año 2010 un ordenamiento preliminar...muy incipiente e incompleto...

(ver presentación “Salares del norte de Chile: potenciales fuentes de litio”
Anibal Gajardo Sernageomin
Seminario Cepal 2010.)

Perspectivas futuras

- Baterias ion- litio
- Autos eléctricos e híbridos

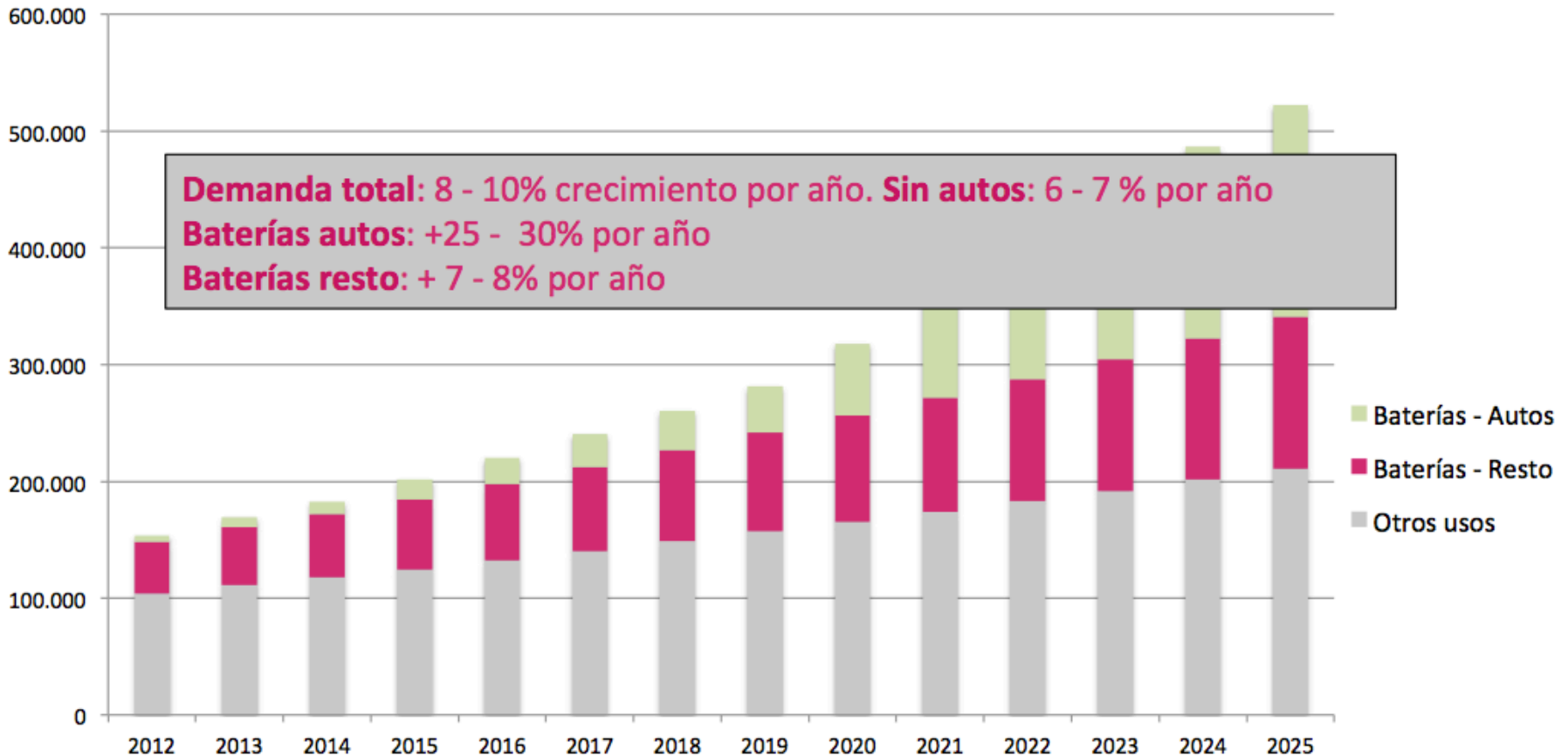


Híbridos: 32 kg de Cu

Eléctricos: 60 kg Cu

Demanda futura

Demanda de Litio: Proyección (toneladas LCE)



Fuente: signumBOX

¿Qué hacer con el Litio?

Fiscalizar

Porque los salares están en arriendo (aún con los CEOLES)
y no se sabe prácticamente nada de ellos

No sabemos como funcionan los salares

No sabemos cuanto litio se extrae

No sabemos cuanto litio se reinyecta

No sabemos donde quedan los subproductos de las salmueras
(cesio, rubidio..)

Etc....

Los arrendatarios saben más que los dueños sobre el Litio...

¿Por qué no se fiscaliza?

-No existe capacidad técnica, ni infraestructura para hacerlo

-Todo lo que se hace hoy es formal, por oficio:

los permisos ambientales, los controles del litio extraído,
las ventas, etc.

¿ESTAMOS DISPUESTOS A TERMINAR
CON ESTA SITUACION?

¿Como fiscalizar?

-Creación un centro de estudios sobre los salares y sus recursos

-Para ello, cumplir con el 0.8% del royalty que paga SQM:

“Y fue la Corfo durante los gobiernos de la Concertación la que desconoció que el 0,8% del royalty cobrado a SQM debía ser destinado a investigación y desarrollo.

Esta política fue continuada por el Gobierno del Presidente Piñera.”

G. Lagos, Desarrollo del Litio 1984-2012.

- El royalty (del Li) entre los años 1997-2009 es de 53,7 millones de dólares → 430.000 dólares
- Los dos últimos años ha sido sobre el millón de dólares.

Conclusiones

- Actualmente solo hay dos productores de Litio y no hay fiscalización de su explotación
 - Esto pone en grave peligro sustentabilidad de los salares, además de pérdida de recursos para el estado
 - ¿quién va a fiscalizar a los nuevos operadores?
- ¿Qué hacer?
- i) Parar la licitación
 - ii) Crear Instituto de estudios de los salares
 - iii) Revisar contratos con productores actuales

¡Muchas gracias!

OBJETO FIJADO POR LEY

“Atender los problemas relacionados con la producción, adquisición, transferencia, transporte y uso pacífico de la energía atómica y de los materiales fértiles, fisionables y radiactivos”.

DOTACIÓN DEL PERSONAL AL AÑO 2009

- 318 funcionarios
- 240 profesionales y técnicos
- 78 auxiliares y administrativos



Planta de Elementos
Combustibles, PEC