

# Situación de la explotación del litio en Chile: impactos, actualidad y perspectivas

---

Gonzalo Gutiérrez

Departamento de Física, Facultad de Ciencias,  
Universidad de Chile

[www.gnm.cl/gonzalo](http://www.gnm.cl/gonzalo)

[gonzalogutierrez@uchile.cl](mailto:gonzalogutierrez@uchile.cl)

*Curso Energías, CEDIB,  
Bolivia, 22 febrero 2021*

# Precaución

Estas diapositivas forman parte del apoyo gráfico para la exposición oral dada el día 22 febrero 2021

Sin la exposición oral, están incompletas.

# Plan de la presentación

---

1. Litio como elemento energético
2. Litio en Chile: historia, institucionalidad y política
3. Perspectivas: litio y nueva constitución
4. Comentarios finales

1.

# Litio como elemento energético

---

# Litio, un recurso energético en el mundo

MERCADOS EN ACCIÓN

05/01/2017

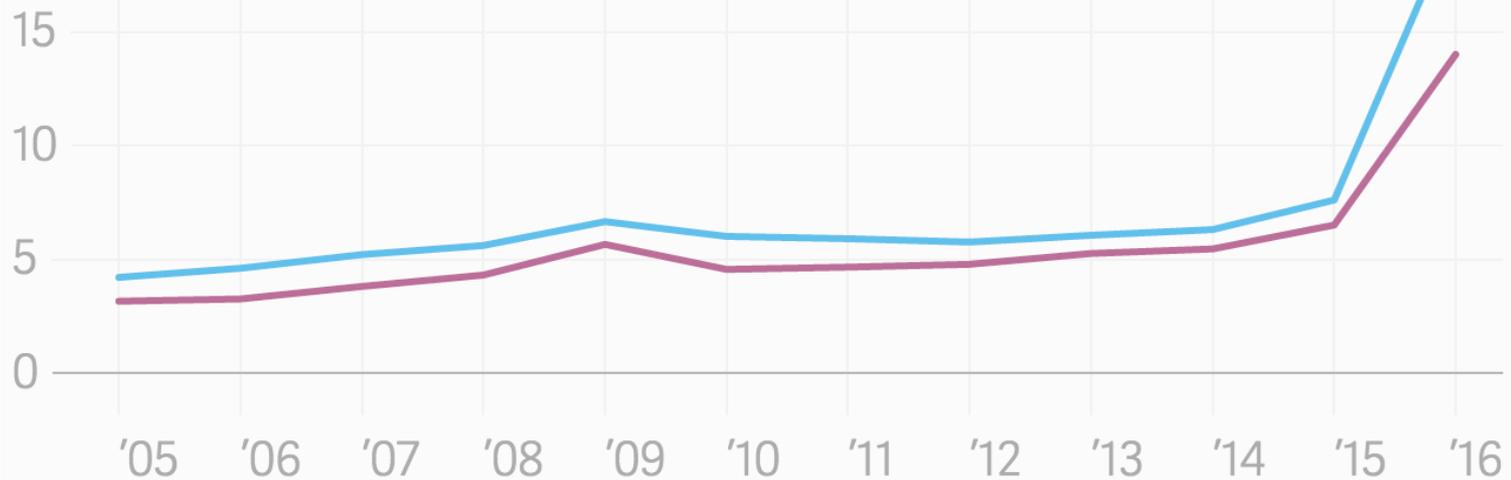
## ¿El litio seguirá sin techo este 2017? La apuesta es por más demanda y precios al alza

Desde 2010 los precios de la materia prima se han quintuplicado llegando a estar cerca de los US\$ 20 mil por tonelada en el mercado spot.

### Global lithium prices

■ lithium carbonate ■ lithium hydroxide

\$20 thousand per metric tonne



△ T I △ S | Data: Benchmark Mineral Intelligence

# Litio, un recurso energético

---

Además de sus usos tradicionales, hoy se ocupa como un energético:

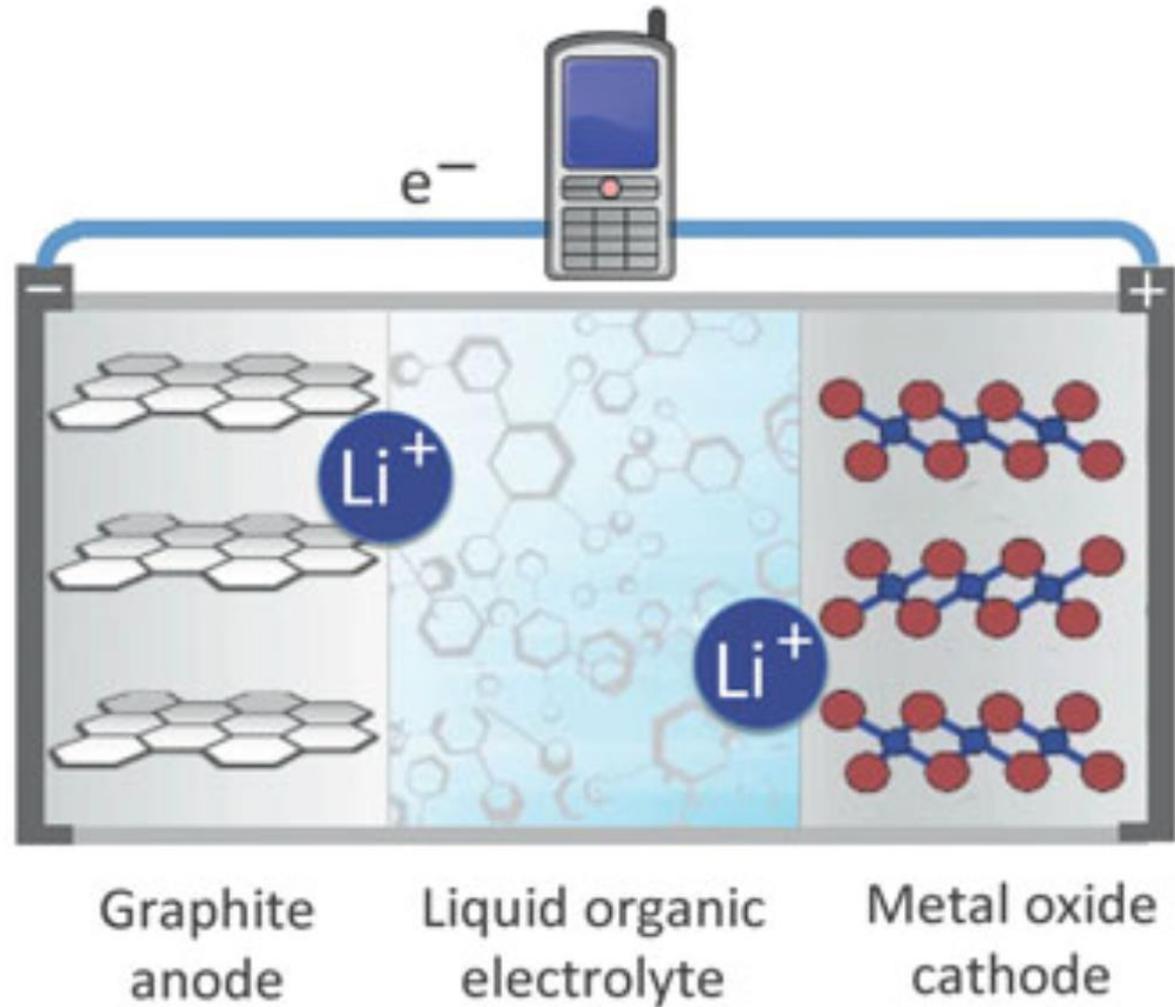
- Usos
- Almacenamiento de energía:
    - **baterías ion-litio**
    - termosolar (sales fundidas)
  - Eficiencia energética:
    - aleaciones livianas Li-Al
  - Producción de energía
    - Combustible reactores fusion

# Uso principal: baterías secundarias

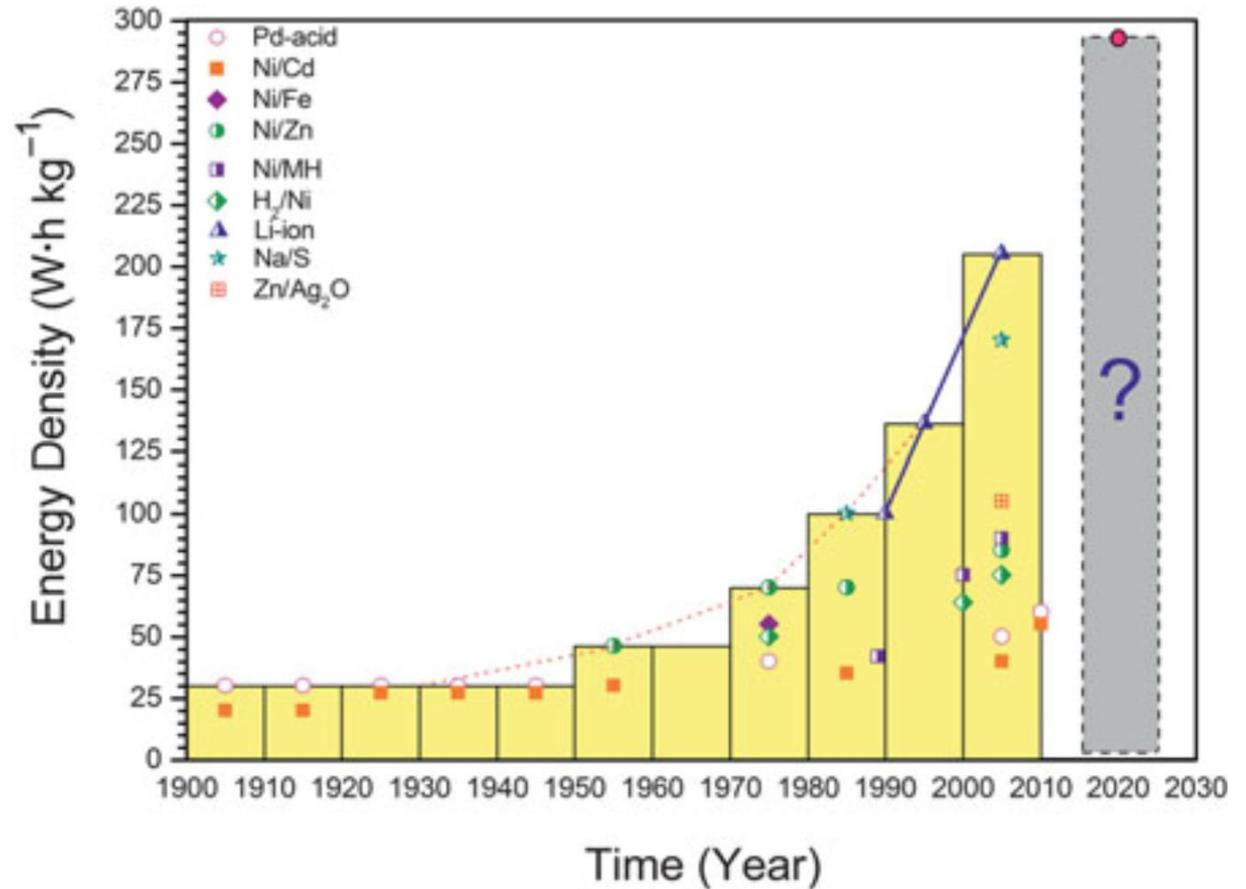
---

- Dispositivos portátiles
- Electromovilidad
- Almacenamiento de energía red (para ERNC)  
Energy Storage System ESS

# Batería Ion-Litio

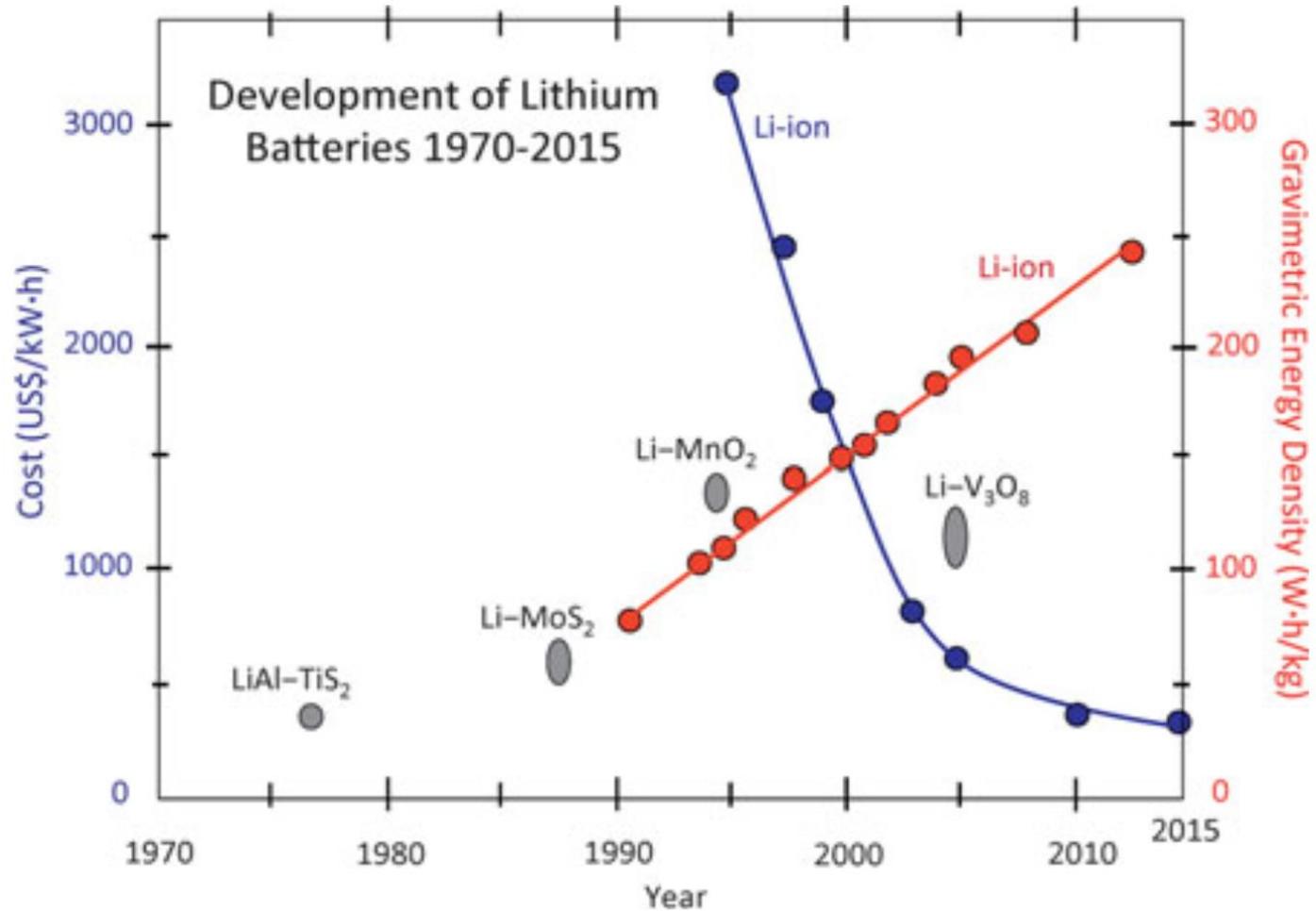


# Desarrollos baterías secundarias



**Figure 5.** History of the development of the energy density of secondary batteries based on different chemistries. The dashed line shows the progress of the past 80 years, and the solid line shows the progress in Li-ion batteries from commercialization in 1991 to 2010. Reproduced with permission from Reference 61. © 2011 Royal Society of Chemistry.

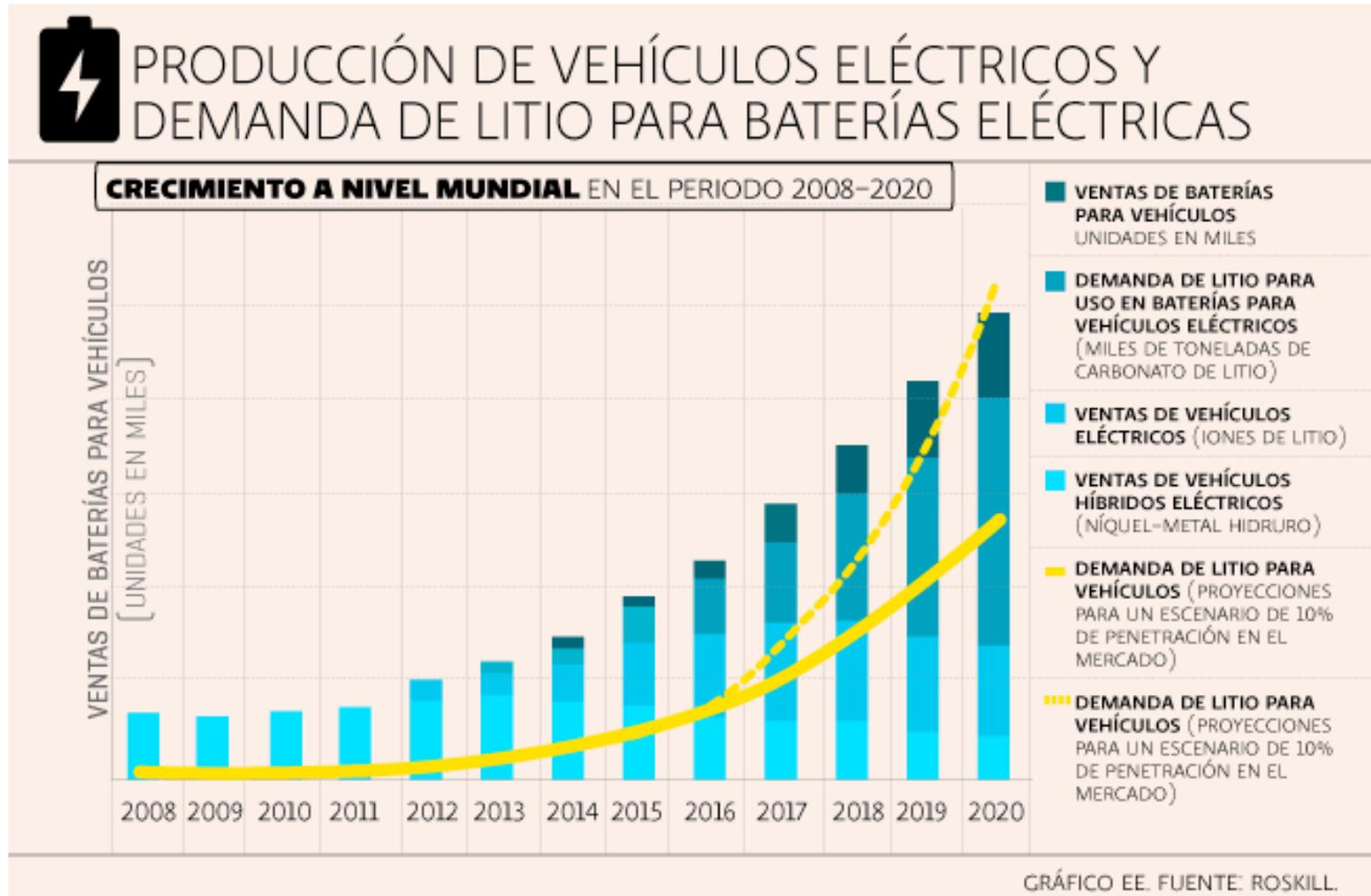
Costos  
batería  
y densidad de  
energía  
respecto  
al peso



**Figure 6.** Development of lithium batteries during the period of 1970–2015, showing the cost (blue, left axis) and gravimetric energy density (red, right axis) of Li-ion batteries following their commercialization by Sony in 1991. The gravimetric energy

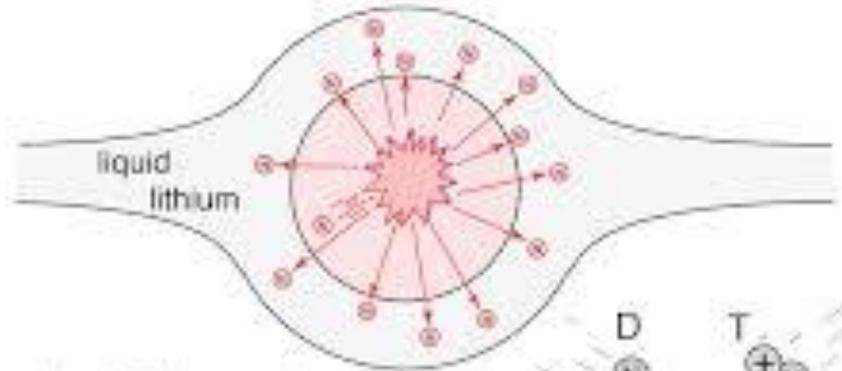
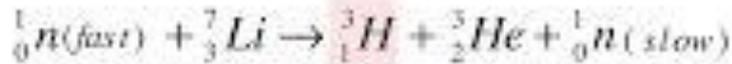
# Litio, un recurso energético

- Almacenamiento de energía:
  - baterías ion-litio
  - termosolar (sales fundidas)

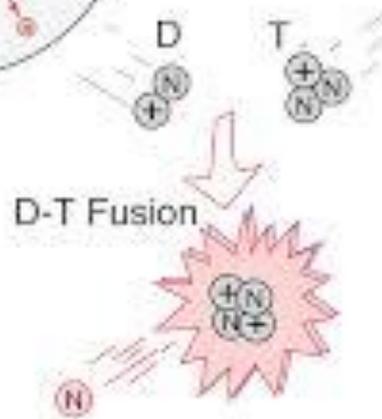


# Uso futuro: combustible fusión nuclear

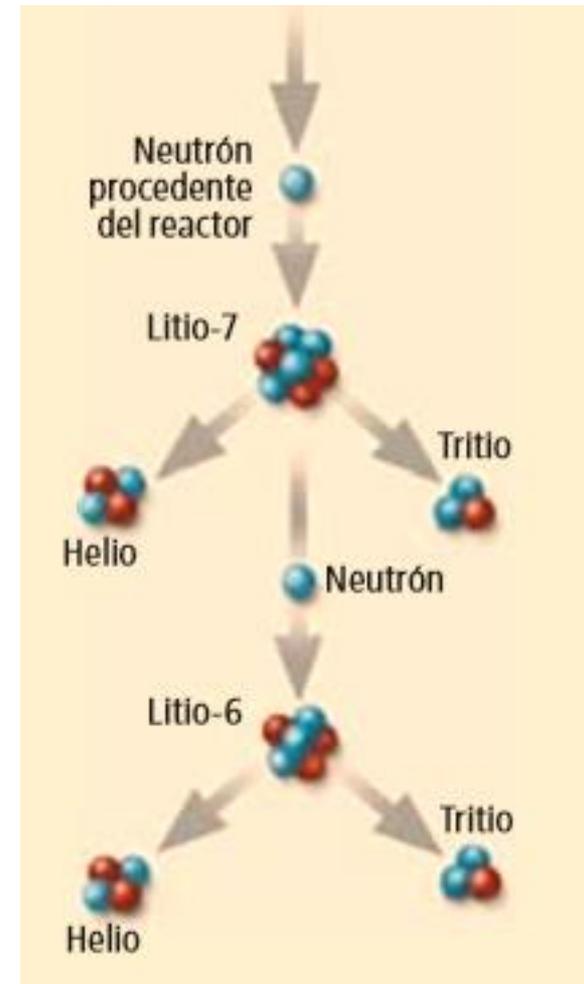
- Li-6



Liquid lithium provides the coolant for the nuclear fusion reaction and a way to extract useful energy from the fusion reaction. Though chemically active on contact with air or water, contained lithium is stable over a wide range of temperature.



- tritio



# Uso emergente: aleaciones litio aluminio

## Inside the world's largest aluminum-lithium plant

Morgan Brennan | Elizabeth Schulze

Published 6:06 AM ET Thu, 2 Oct 2014 | Updated 11:34 AM ET Thu, 2 Oct 2014

Lafayette, Indiana, is now home to the world's largest aluminum-lithium facility, a massive warehouse on a 170-acre, multi-building plot that took \$500 million and two years of construction to create.



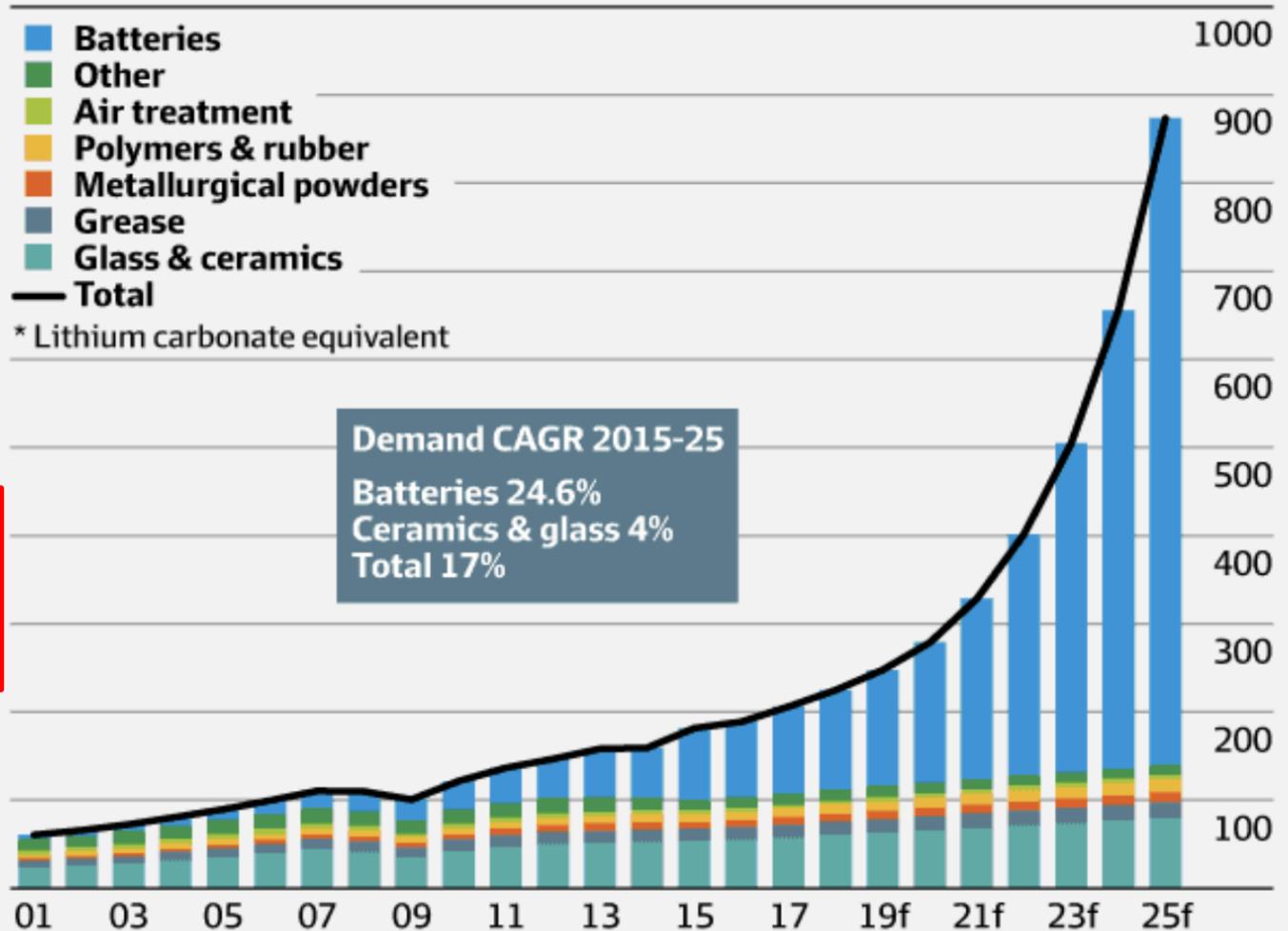
Alcoa officially unveiled the new plant Thursday, one of three such

# Litio, un recurso energético

- Demanda (y precio) han subido en forma exponencial

*Tiene un carácter estratégico en la energía*

Lithium demand and UBS' forecasts  
(thousand tonnes per annum LCE\*)



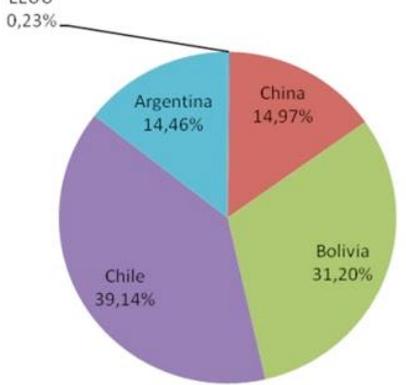
¡En el cono sur tenemos litio!

# “Triángulo del Litio”

## UBICACIÓN

- Los tres países que suman el 65% de las reservas de litio del mundo

Reservas de litio de salmuera



85% reservas salmuera

Chile  
 39 % reservas salmuera  
 23% total reservas

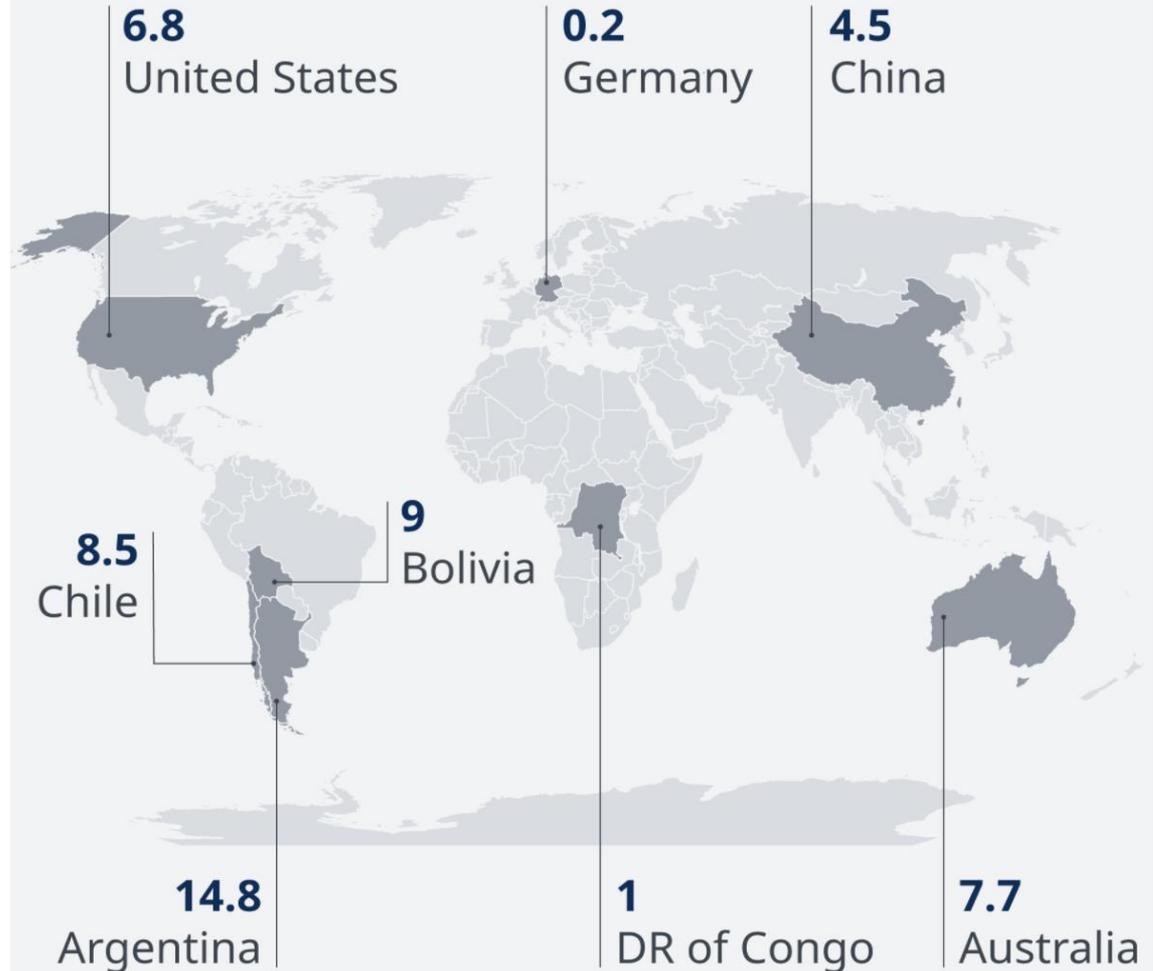
**Carácter geopolítico estratégico**



# Countries with the largest lithium resources in 2019

In millions of metric tons

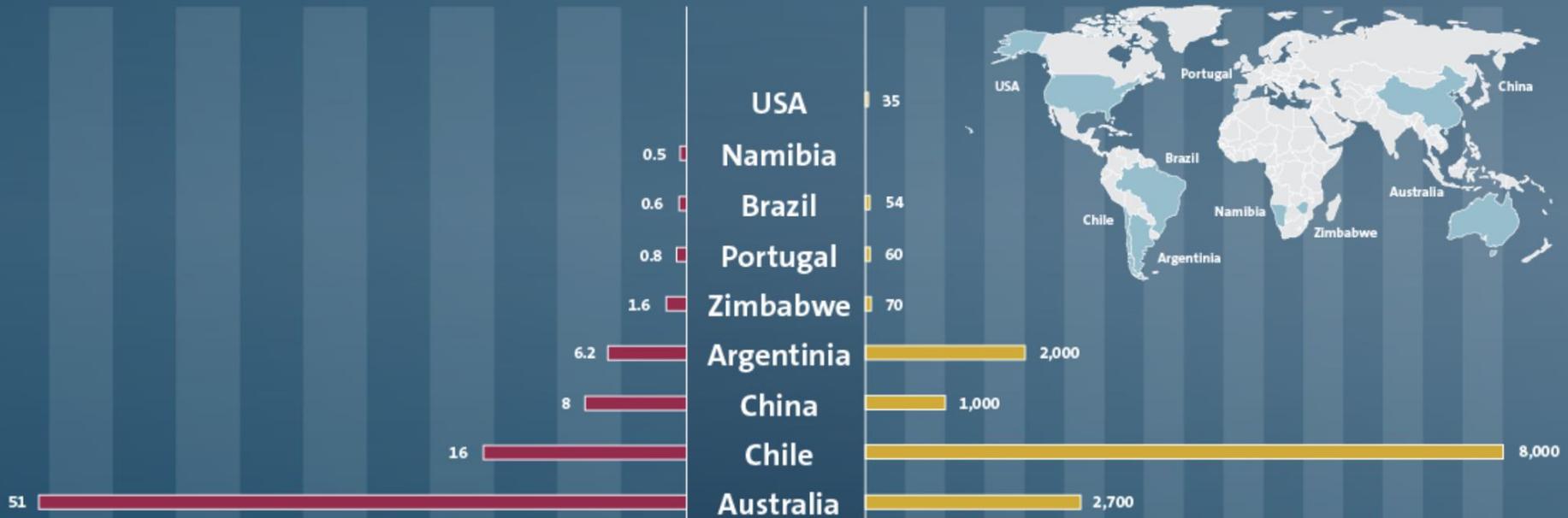
Recursos



# Reservas y producción 2019

## AUSTRALIA AND CHILE IN THE FRONT ROW

Countries with major Lithium production and reserves



Fuente: Volkswagen

# Producción Chile tipo compuesto

---



# Explotación de Litio en salares

---

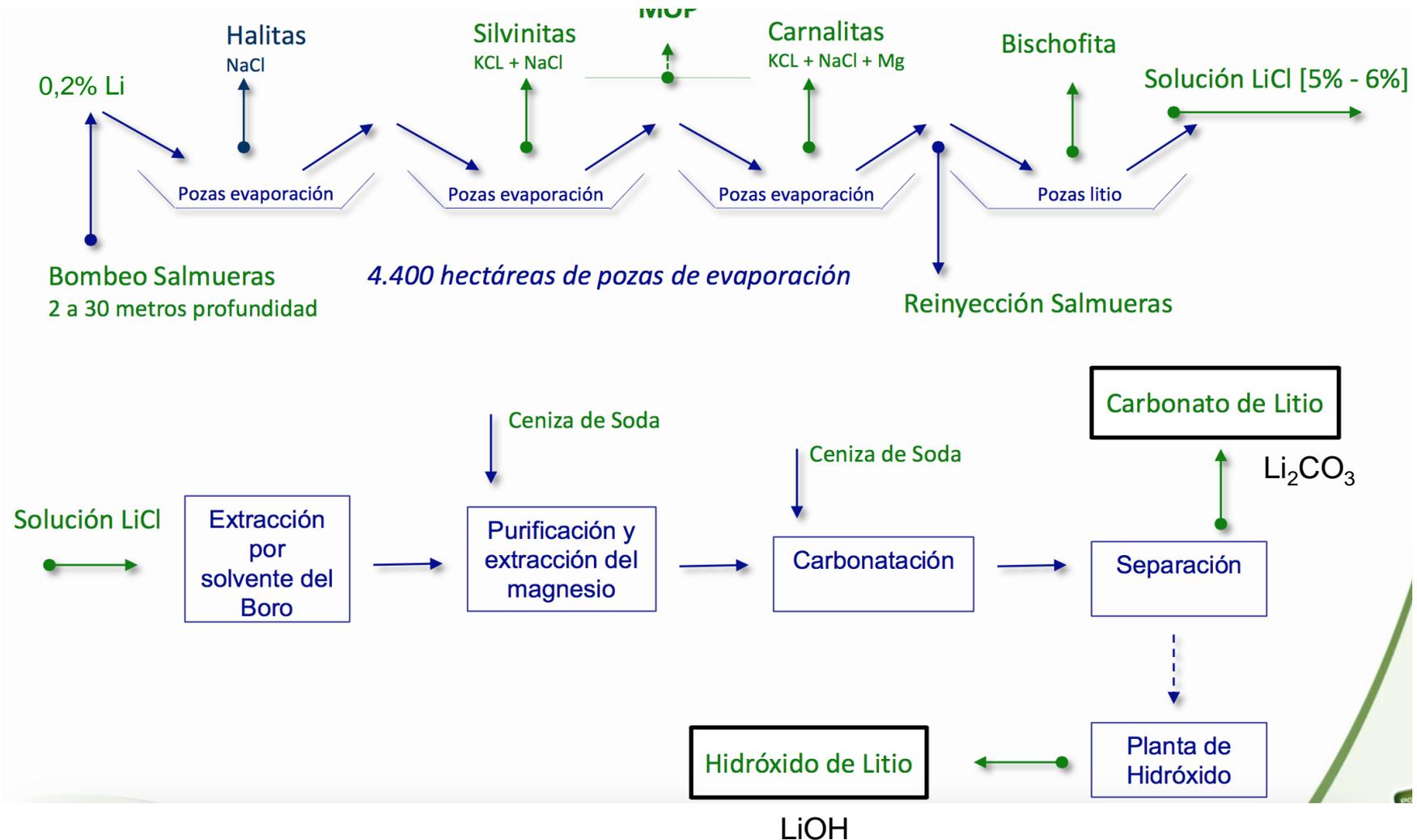
Proceso en 3 etapas:

extracción → concentración → purificación



- Etapa de Concentración mediante evaporación solar.
  - 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

# Explotación de Litio en Salar



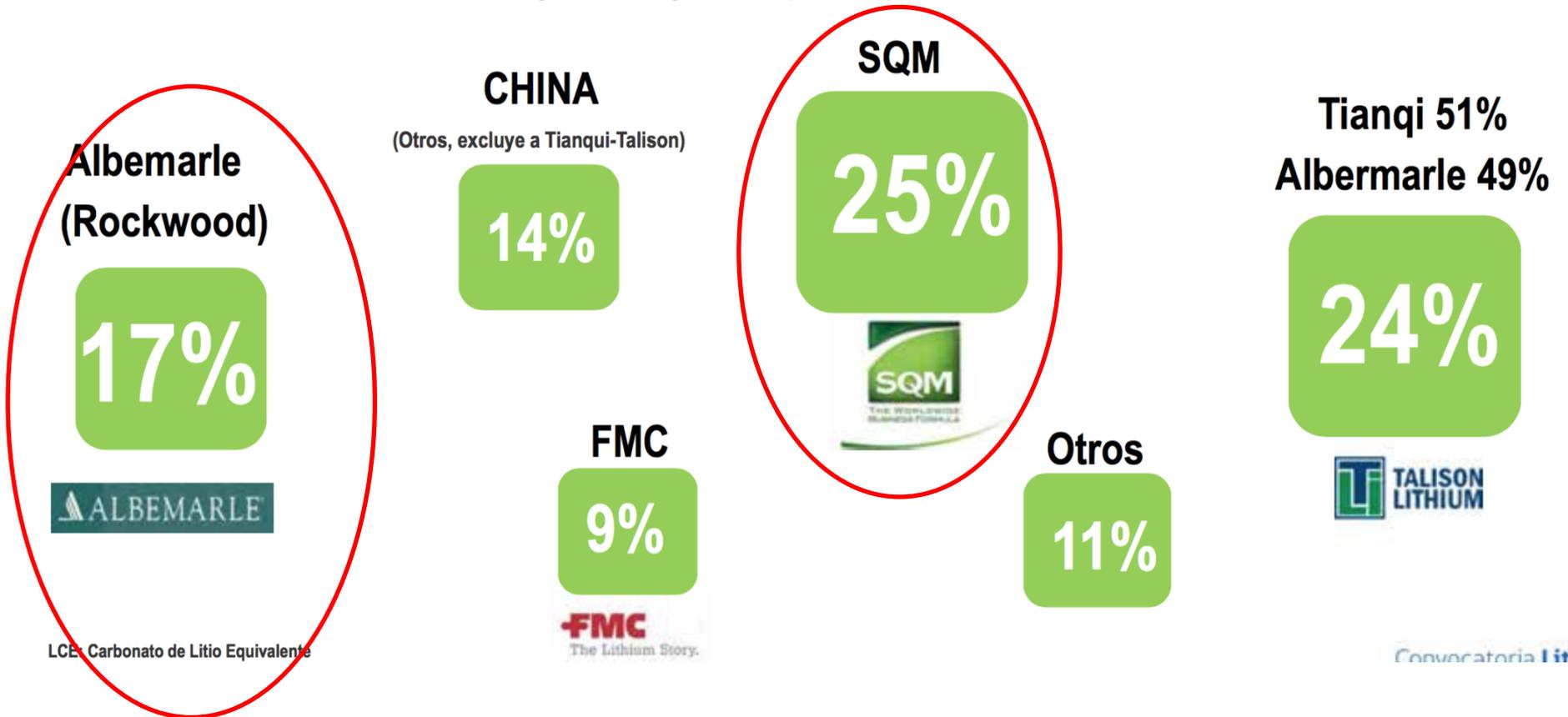
(Adaptado presentación SQM)

# Actores en el mundo

## MERCADO MUNDIAL

Mercado Mundial 2016: 185 mil Ton de LCE Chile 78 mil Ton LCE (42%)

Oferta de Litio a nivel mundial por empresa (2016)



# 2.

## Litio en Chile

---

# Algo de historia

---

- Interés en litio comienza en los años '60, en el marco de su uso para bombas de hidrógeno
- Exploraciones se inician en los años `70, dirigidas por el estado: Comité de Sales mixtas de Corfo
- El año 1976 se le declara de interés nuclear, y queda a cargo de la CCHEN
- El año 1982 se le declara no concesible, (estatus similar a los hidrocarburos).

-

# 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**

# Algo de historia

---

- El año 1980 comienza explotación, con SCL (luego Rockwood y ahora Albemarle).
- En 1984 SCL comienza la producción de carbonato de litio
  
- Año 1986 se crea Minsal y luego al finalizar dictadura, 1989, Corfo se lo entrega a Julio Ponce Lerou
- En 1993 Minsal pasa a SQM, y Corfo entrega en arrendamiento sus pertenencias.
  
- En 1996 SQM comienza la producción de carbonato de litio

Al año 2014,

- Rockwood tenía capacidad para 24.000 ton
- SQM para 48.000 tons.

# Institucionalidad y política del litio y los salares

---

Año 2009

¿Qué hacer para aprovechar este recurso natural en beneficio del interés general del país?

# Los dos actores mercado chileno

---

- CORFO tiene **32.768** pertenencias mineras en el Salar de Atacama.
- CORFO arrienda pertenencias:
  - SCL 3.343**
  - 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);
  - El 2016 se renovó contrato, términos un poco diferente.
  - SQM **180.100** toneladas, 1994, hasta 2030



**Litio:**  
 Una fuente de energía  
 una oportunidad para  
**Chile**

Creada junio 2014,  
 entregó  
 Informe Final enero 2015,  
 20 miembros

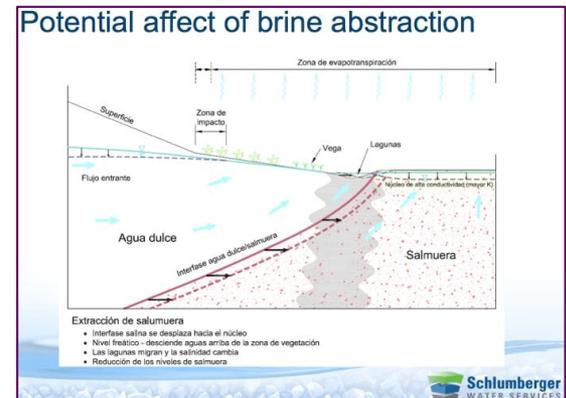
<b>Índice</b>	
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Diagnóstico de la Situación Actual del Litio</b> .....	<b>8</b>
<b>Capítulo 2: Visión Estratégica para una Política Nacional del Litio</b> .....	<b>17</b>
<b>Capítulo 3: Sugerencias para un Marco Legal</b> .....	<b>25</b>
<b>Capítulo 4: Sugerencias de Regalías, Gravámenes Específicos y otros Cobros por el Uso del Recurso</b> .....	<b>29</b>
<b>Conclusiones: Principales Propuestas para una Política Pública</b> .....	<b>32</b>
<b>Anexo I: Diagnóstico Detallado de la Comisión del Litio</b> .....	<b>39</b>
El Litio.....	39
Potencial de los salares del norte de Chile .....	40
Interés inicial en el litio en Chile .....	44
Marco legal vigente .....	47
Aprovechamiento del litio y otros minerales del Salar de Atacama .....	48
Consideraciones generales del mercado del litio .....	53
Competitividad-valor agregado .....	59
<b>Anexo II: Alternativas de Chile para Aumentar el Valor Agregado de su Producción de Litio</b> .....	<b>61</b>
Desarrollo de la industria nacional del litio vinculada al desarrollo solar.....	63
Desarrollo de la industria nacional del litio vinculada a la propiedad industrial .....	64
<b>Anexo III: Posición de Chile para la Construcción de una Política Nacional del Litio</b> .....	<b>66</b>
<b>Anexo IV: Cambios Legales para la Nueva Política del Litio</b> .....	<b>81</b>
Futuras labores mineras en el salar .....	81
Coexistencia del litio con otros minerales .....	83
<b>Anexo V: Aspectos Económicos del Mercado Del Litio: Renta, Regalías y otros Cobros por el uso del Recurso</b> .....	<b>85</b>
Acerca de la Renta Económica .....	85
La obtención de la renta económica en el caso del Litio .....	86
<b>Anexo VI: Aspectos de la Evaluación Ambiental Estratégica</b> .....	<b>93</b>

40 páginas  
principales

# ¿Que descubrió la Comisión?

## El litio fue abandonado por el Estado

- desconocimiento comportamiento de salares, situación de las comunidades, sustentabilidad
- falta regulación y control
- ausencia de política pública
- no hay captura de la renta
- escasa generación de valor



# ¿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



# ¿Qué recomendó la Comisión?

---

Litio material estratégico (no concesible)

Gobernanza integrada de los salares

Estado auténtico dueño de estas riquezas

Empresa Pública de los salares

Incorporación de valor agregado, aguas arriba y abajo

Respeto Comunidades y pueblos indígenas

## Acuerdos y propuestas (algunas)

- Se constata que los salares —donde se encuentra el litio constituyen ecosistemas dinámicos, de gran complejidad y fragilidad.

Es necesario considerar no solo el litio contenido sino que cada salar en su conjunto.

- Se reafirma el carácter estratégico del litio, dado su alto potencial de uso en aplicaciones energéticas, y se recomienda mantener el carácter no concesible del mineral, por el hecho de que el sistema de concesiones mineras vigente no se adapta a la particularidad y complejidad del aprovechamiento de los salares. Asimismo, se recomienda elevar a rango constitucional la no concesibilidad del litio.

## Acuerdos y propuestas (algunas) II

-Se sugiere reforzar el **rol del Estado** como dueño auténtico de estos recursos, que define las condiciones y participa de modo principal en su explotación; maximiza y capta su renta económica con una mirada de largo plazo, destinando parte de la misma al **desarrollo de encadenamientos científicos y productivos relacionados**; y es impulsor y garante de asociaciones público-privadas que generen mayor valor agregado al país y mayor rentabilidad social en la explotación de los salares —en especial del litio—, **siempre resguardando la sustentabilidad ambiental y la sostenibilidad de los proyectos.**

- Se constata la necesidad de reforzar la institucionalidad pública ligada a la **gobernanza de los salares**, para que actúe como contraparte de las empresas que explotan los mismos. Ésta debe generar, además, conocimiento al respecto y proponer políticas para su aprovechamiento, considerando todos los minerales que se encuentran en las salmueras.

## Acuerdos y propuestas (algunas) III

-Paralelamente, los comisionados consideran necesaria, casi unánimemente, la creación de una empresa controlada por el Estado que se dedique al aprovechamiento de los salares, en especial del litio,

-Dada la diversidad y complejidad de las posibles aplicaciones presentes y futuras del litio, es necesario generar políticas para incentivar la investigación y desarrollo tecnológico de su forma de extracción y de sus múltiples usos. Dentro de las áreas posibles de trabajo, podemos citar:

- el desarrollo de procesos productivos de carbonato de litio para la producción de baterías y sales acumuladoras de energía, tanto para la propulsión de vehículos como para la acumulación de energía en plantas de energías renovables, como solares, fotovoltaicas y eólicas;
- La generación de tritio para aplicaciones de energía nuclear;
- las aleaciones litio-aluminio y litio-magnesio para la producción de materiales livianos de alta resistencia;
- los usos en la industria farmacéutica y
- posibles sinergias con la nanotecnología, entre otras.

## Acuerdos y propuestas (algunas) IV

---

- Se propone generar y fortalecer un clúster sectorial ligado al litio, que permita el fortalecimiento de centros de investigación e innovación asociados a universidades y/o a la industria, así como asociaciones público-privadas para la explotación del litio, que permitirán generar conocimientos, tecnologías, investigación y desarrollo.
  
- Se propone diseñar, en conjunto con Conicyt y Corfo, programas de investigación y desarrollo necesarios para el desarrollo de capacidades y conocimientos para enfrentar este desafío país, con criterios de largo plazo.

# Gobernanza integrada de los salares

---

Se requiere un tratamiento específico para la explotación de los salares. Ley de Concesiones mineras no se adapta

Nueva institucionalidad  
para que estado cumpla rol

Normativo

Regulador

fiscalizador

Dotar al estado de los recursos:

materiales

humanos

científicos

técnicos

Esta entidad pública debe crearse a la brevedad (p.17)

## Corto Plazo: Acuerdos y propuestas (algunas)

---

- Revisar contratos vigentes al día de hoy en el Salar de Atacama, con SQM y Rockwood, entregándole al Estado un rol más activo; así como la no ampliación de autorizaciones de explotación ni renovación futura de los mismos bajo sus términos actuales.
- Conformar un Consejo Directivo, bajo la modalidad de un Comité Corfo, liderado por el Ministerio de Minería, para el manejo sustentable de los salares **FORMADO**  
**Ver** [www.minerianometalica.cl](http://www.minerianometalica.cl)
- Que Codelco entre en la industria del Litio **EN MARCHA**

## Corto Plazo: Acuerdos y propuestas

- Conformar un Consejo Directivo, bajo la modalidad de un Comité Corfo, liderado por el Ministerio de Minería, para el manejo sustentable de los salares

FORMADO en 2016

Ver [www.minerianometalica.cl](http://www.minerianometalica.cl)

Fue desmantelado el 2018.



# Situación actual

**2015:** escándalo de corrupción: SQM imputada por corromper la política

- Incumplimientos ambientales y laborales de SQM y Albemarle
- Conflictos con comunidades y pueblos indígenas

**2018:** nuevos contratos con SQM y Albemarle

- contempla un royalty
- contempla una cantidad de litio (25%) para empresas que hagan agregación de valor

- Codelco entre en la industria del Litio esta en tiene un proyecto para la explotación en el salar de Maricunga

# 3. Perspectivas: Nueva Constitución

---

# Chile despertó

El 18 de octubre del 2019 comenzó un levantamiento popular que, entre otras cosas, demanda un profundo cambio político, social y económico.

Esto llevó a que se abriera paso a un proceso constituyente para imaginar un nuevo Chile

Un punto central en este proceso es planteamiento de un nuevo modelo de desarrollo, que deje atrás el actual modelo liberal.

En el plano de la minería y el litio, se trata de pasar del extractivismo primitivo a una minería sustentable, con agregación de valor y beneficios compartidos.



# Nuevo modelo de desarrollo

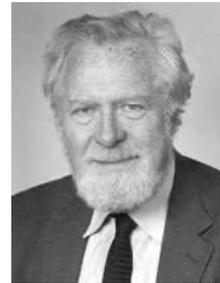
---

THE MEANING OF DEVELOPMENT <sup>1</sup>

by

DUDLEY SEERS.

Communication Series No. 44



Dudley Seers, 1969

“La pregunta clave es que ha pasado con la pobreza, con el desempleo, con la desigualdad.

Si eso ha mejorado, entonces ha sido un período de desarrollo para el país.

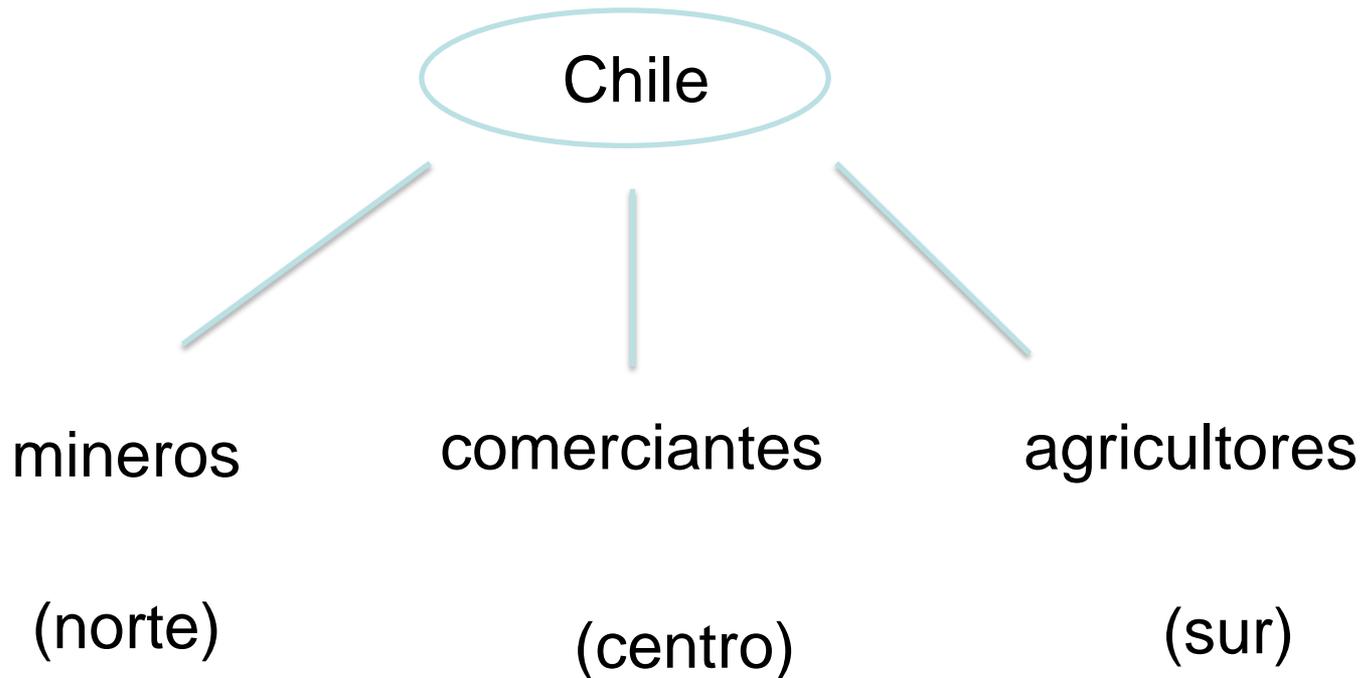
Pero si uno o dos de estos problemas ha empeorado, o los tres, entonces sería extraño llamar a eso desarrollo, aunque el ingreso por habitante se haya ido a las nubes”

# Estructura productiva chilena

---

Claudio Véliz, 1963

La mesa de tres patas

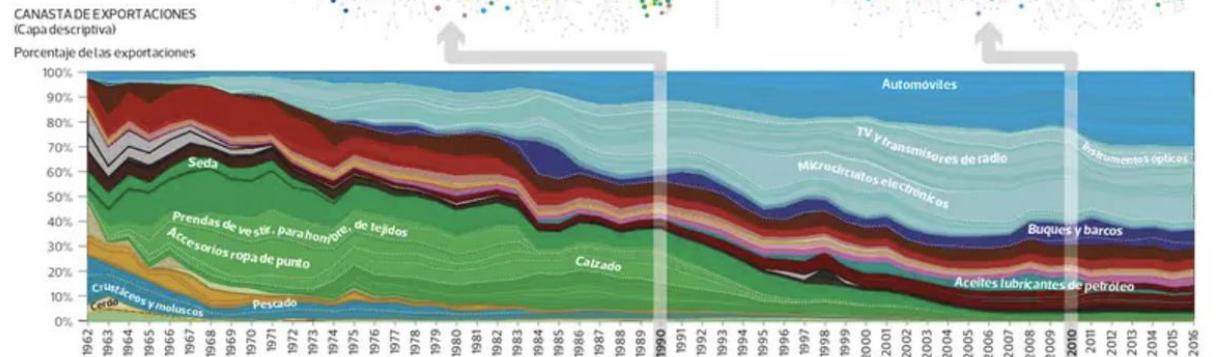
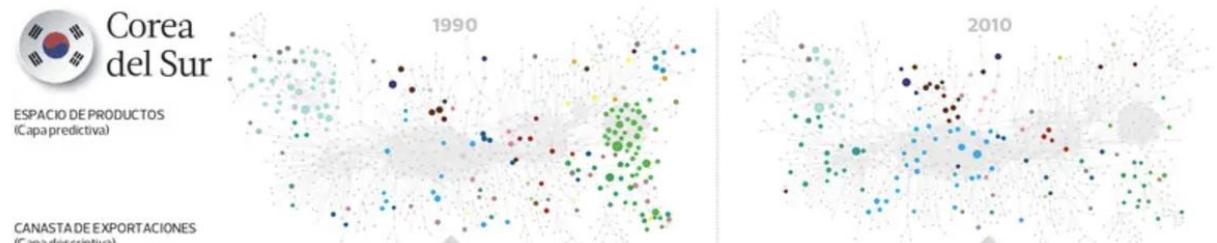
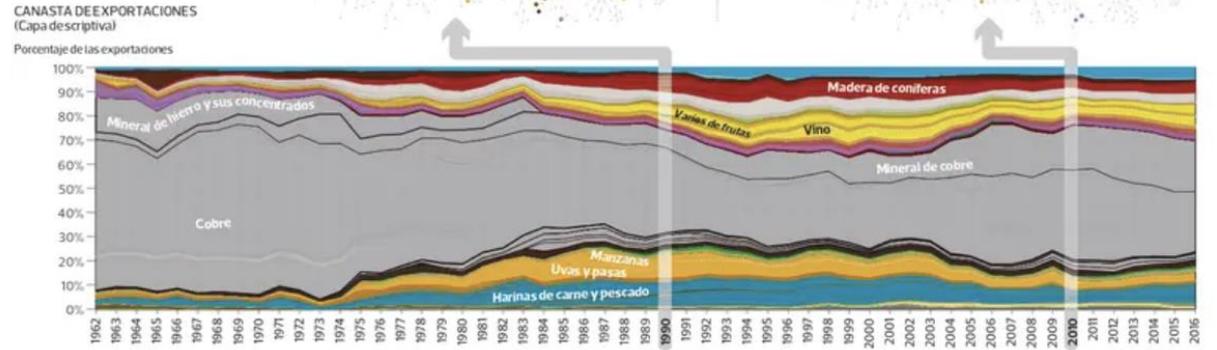
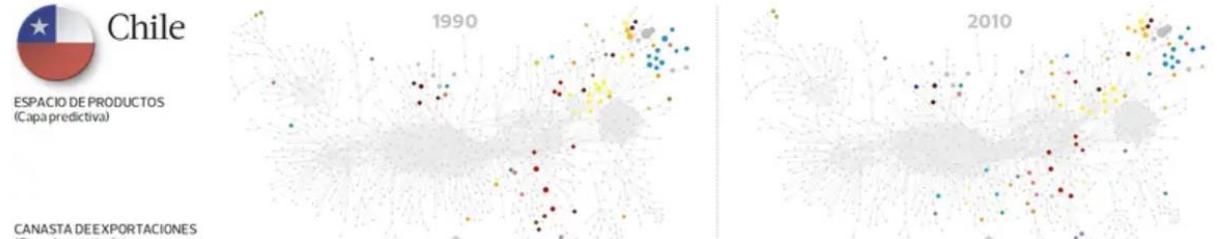


TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DE CHILE VERSUS COREA DEL SUR

# Industrialización, complejidad económica y todo aquello

La complejidad económica y el espacio de productos explican la riqueza o el estancamiento de las economías.

- |                  |                      |                      |                  |                        |                      |                     |                   |
|------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| Calderas         | Barcos               | Fibras Animales      | Químicos y Salud | Cerveza, y Licor       | Papel y Pulpa        | Pescados y Mariscos | Petróleo          |
| Aeronaves        | Mat. de Construcción | Telas                | Petroquímicos    | Tabaco                 | Alimentos Procesados | Cuero               | Carbón            |
| Maq y Automotriz | Artículos de Hogar   | Vestuario            | Agroquímicos     | Agricultura Tropical   | Fruta                | Productos de Metal  | Piedras Preciosas |
| Electrónicos     | Otros Químicos       | Algodón, Arroz, Soya | Carne y Huevos   | Agricultura Miscelánea | Cereales y Aceites   | Minería             | Sales Inorgánicas |



CIPER ACADÉMICO  
COLUMNA DE OPINIÓN

## Mitos y verdades de la complejidad económica

01.09.2020  
Por César A. Hidalgo

TEMAS: Chile, CIPER/Académico, Complejidad económica, Economía



# Litio y la nueva constitución

---

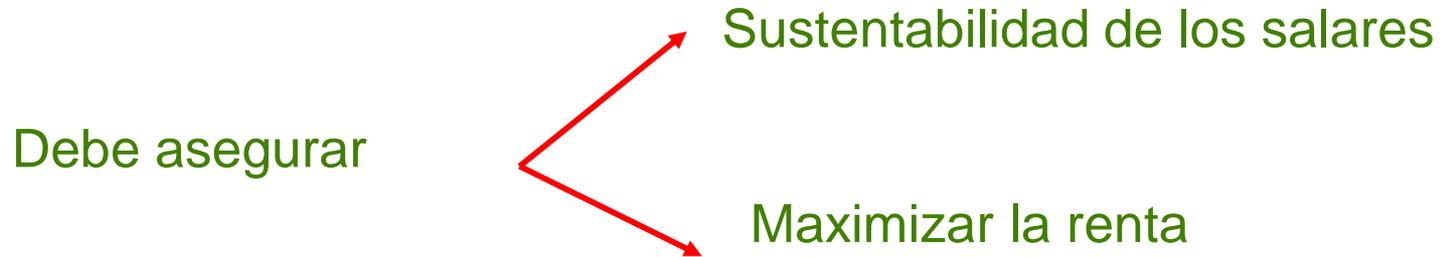
**1.** Existe un bien fundamentado lineamiento sobre la política que debe seguirse con el litio, diseñada por la *Comisión Nacional del Litio* en su Informe de enero del 2015 titulado “Litio, una fuente de energía, una oportunidad para Chile”.

**2. En lo inmediato, debe recuperarse el litio para Chile**

Las faenas de SQM deben pasar a control del estado, finalizando inmediatamente con los contratos de arrendamiento y operación actuales. Ejemplo de como proceder los han manifestado los abogados Briones, Bosselin y Mayorga, así como parlamentarios (bancada FA, PC, Regionalistas verde, entre otros) y movimientos sociales.

# Estado debe ser el auténtico dueño

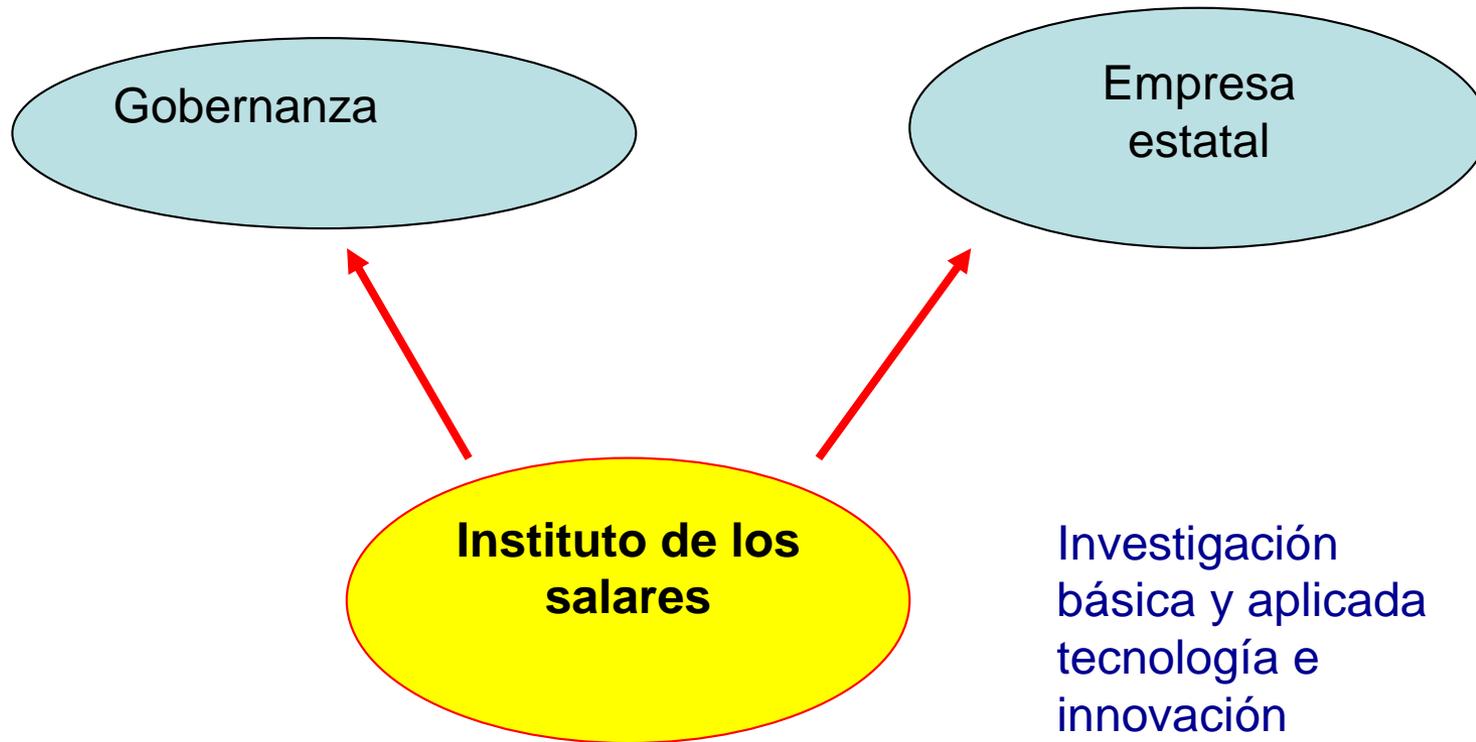
---



- Para asegurar sustentabilidad: **Gobernanza Salares**
- Para maximizar la renta, considerando que minería de salares es diferente de la tradicional y se debe ganar experiencia y conocimiento, **se propuso crear Empresa Pública (p.20)**

# ¿Cómo implementar la Política del litio y los salares?

---



Litio es de interés nacional: debe volver a control del estado

# Empresa pública de salares

---

- Asumir labores de explotación salares, sola o en asociación con terceros
- Conocer mercado nacional e internacional del litio potasio, boro y otros.
- Promover conocimiento científico de los salares en general, de la tecnologías extractivas, y productos derivados, con masa críticas de científicos y técnicos aptos para mantener competitividad nacional
- Que tenga rol controlador en todos los proyectos de que se desarrollen en el país.

# Agregación de valor

---

## Investigación y desarrollo

Dentro de las áreas posibles de trabajo, podemos citar:

-el desarrollo de procesos productivos de carbonato de litio y derivados para la producción elementos de baterías, y baterías

-sales acumuladoras de energía

-la generación de tritio para aplicaciones de energía nuclear;

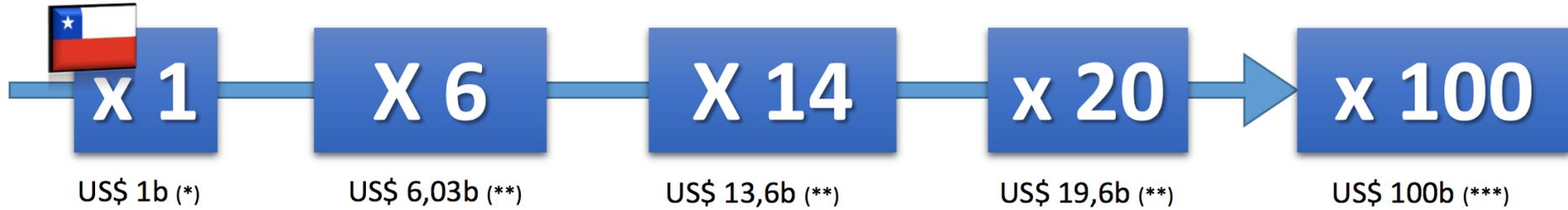
-las aleaciones litio-aluminio y litio-magnesio para la producción de materiales livianos de alta resistencia;

-posibles sinergias con la nanotecnología, entre otras.(p.35)

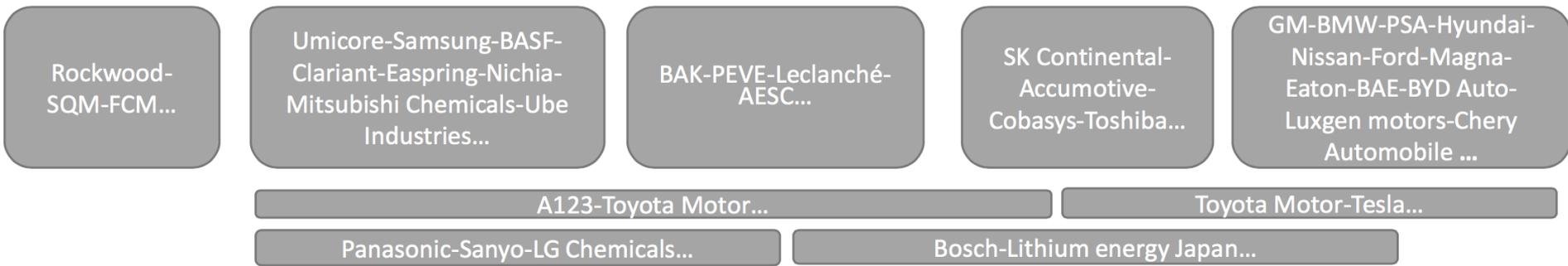
# Cadena de valor del litio para electro movilidad



Valor de mercado relativo

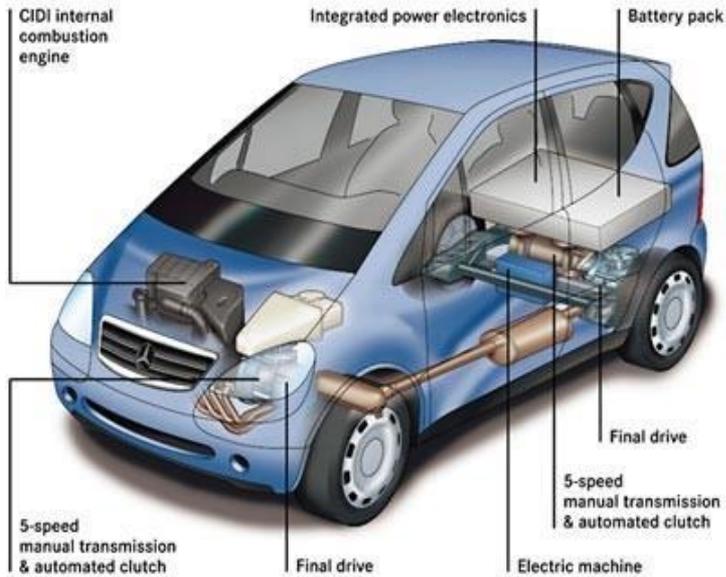


Principales actores por eslabón



Fuentes: (\*) FMC. 2013. (\*\*) AVICENNE ENERGY 2015. (\*\*\*) Global Electric Vehicles Market & Volume (Plug-in, Battery, Hybrid, Fuel Cell) Motors. 2015.

# ¿Baterías en Chile?



- Baterias ion- litio
- Autos eléctricos e híbridos

SmartPhone 2-3 g LCE  
 Nootebook 30.50 g LCE

Auto Tesla S: 45 kg LCE

BYD Bus K9: 241 Kilos LCE

Combustión interna: 8 kg. Cu

Híbridos: 32 kg de Cu

Eléctricos: 60 kg Cu

# Necesidad de inteligencia: ciencia, tecnología e innovación I

---

## Gobernanza

recursos hídricos  
hidrogeología de los salares  
físico-química de salares  
ecología y medio ambiente: flora, fauna  
extremófilos

ciencias sociales: asentamientos humanos,  
Comunidades,  
aspectos sociales y ambientales

geografía económica: turismo, recursos  
económicos

# Necesidad de Ciencia, tecnología e innovación II

---

## Agregación de valor

Nuevas formas de extracción, sustentables (minería)

Usos del litio en baterías (Química)  
Sales fundidas

Metalurgia, aleaciones, Física + Química  
nanotecnología, materiales,  
energía

# Oportunidad para Universidades estatales

---

Universidades del estado:

socios naturales de Corfo,

de los institutos del estados

(CCHEN, Sernageomin, DGA, Dir. Aduanas, SMA...)

y de las empresas del estado

(Codelco, Enami, ...)

# Sistema de universidades estatales + Institutos del Estado

---

Debe crearse sistema de Universidades del estado

Tema país: el litio y los salares

Ejemplo

U. de Antofagasta: Salar de Atacama

U. de Atacama: salares Maricunga y Pedernales

U de Chile y U. de Santiago

¡Gracias!