## 02 y 03 de Diciembre Vía Zoom



## WEBINAR DE LITIO: MIRADA ACTUAL Y DESAFÍOS FUTUROS PARA CHILE

## Primera Jornada 02 de Diciembre



"Perspectivas de Mercado"

Daniela Desormeaux R.
Directora de Estudios VANTAZ Group.
Profesora del MBA de la Universidad
del Desarrollo.



"Fuentes de Litio en el Mundo"

Andrés Fock K.
Exploration Manager, SQM Australia.



"Litio Sustentable para el Mundo"

Marcelo Valdebenito.

Gerente de Asuntos Corporativos y
Comunicaciones, Albemarle Chile



"Desafíos y Operación de Litio en SQM"

Katherinne Ricciardi V. Superintendente Planificación Producción Litio, SQM

Auspiciado por:



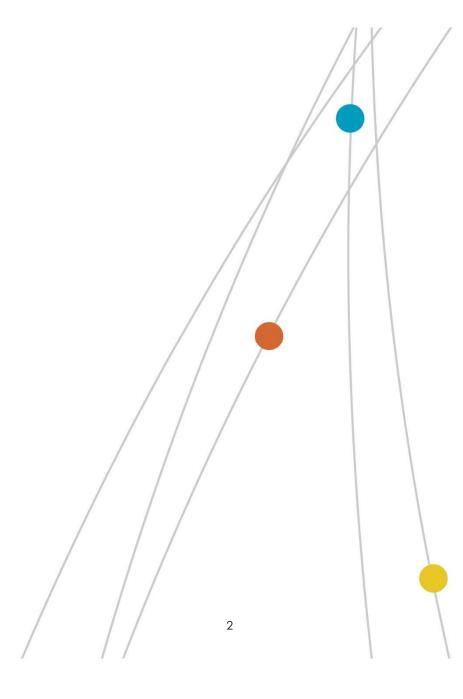
Patrocinado por:





## Fuentes de Litio en el Mundo

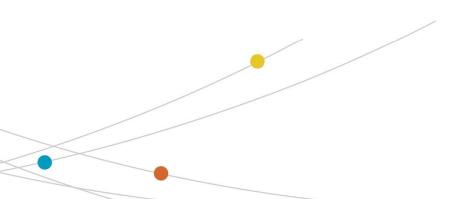
Andrés Fock Kunstmann Exploration Manager SQM Australia





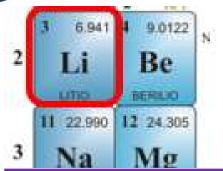
## **DISCLAIMER**

- Esta presentación fue preparada por en base a datos internos y datos publicados por terceros.
- •Las opiniones expresadas en esta presentación son puntos de vista personales del equipo y no necesariamente representan el punto de vista de la compañía.
- •La presentación provee información general y no constituye ninguna sugerencia legal o técnica.
- •La información acá presentada ha sido resumida y parafraseada para ser presentada IMetChile
- Esta presentación por sí misma pierde validez sin un relator calificado por parte de SQM.
- •El contenido de esta presentación no debe ser modificado sin el consentimiento expreso y por escrito de SQM.





## Resumen y Objetivos de la presentación



Litio 101 y su "linea de base"

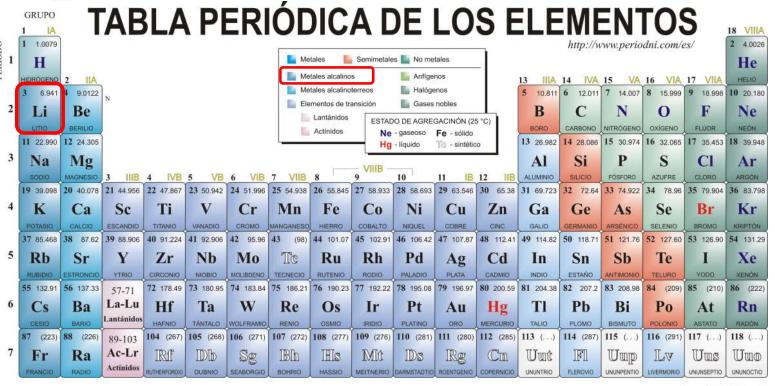








## Litio 101: G1 / Metales Alcalinos



#### Copyright @ 2012 Eni Generalio LANTÁNIDOS 58 140.12 59 140.91 60 144.24 61 (145) 62 150.36 63 151.96 64 157.25 65 158.93 66 162.50 67 164.93 68 167.26 69 168.93 70 173.05 71 174.97 Pm Tb Dy Pr La Nd Sm Eu Gd Ho Er Tm Yb Lu CERIO PRASEODIMIO NEODIMIO PROMETIO SAMARIO EUROPIO GADOLINIO TERBIO DISPROSIO HOLMIO ERBIO TULIO YTERBIO LUTECIO LANTANO ACTÍNIDO: 90 232.04 91 231.04 92 238.03 93 (237) 94 (244) 95 (243) 96 (247) 97 (247) 98 (251) 99 (252) 100 (257) 101 (258) 102 (259) 103 (262) Bk Md Np No Lr Ac

## Li > Metal + Liviano

- Altamente reactivo → Arranca de los sólidos (en la naturaleza)
- Difícil encontrar en su forma "pura".
- Parte de los "LILE": Large Ion Lithophile Element → afinidad por los silicatos.

# Concentración Promedio en la Corteza 20 ppm

- 0.002% w/w
- Comúnmente expresado como
  - mg/L (diluido/salmueras)
  - % Li<sub>2</sub>O (rocas)



## Línea de Base del Litio $\rightarrow$ Interés económico $\rightarrow$ concentraciones anómalas

### **Recursos** minerales

 El interés es subjetivo (depende de la necesidad o simplemente de las ganas que se tenga, ej. Sal, Joyas, Metales)

### Minería

 Actividad humana destinada a extraer un elemento de interés que se ha depositado de forma natural

### Yacimiento Mineral

 Acumulación de un mineral, sea éste metálico o no, pero que aparece con más abundancia que la habitual.

### Recursos

• Constituyen el volumen total disponible en un yacimiento del elemento de interés.

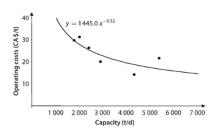
### Reservas

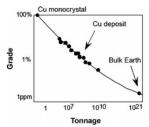
 Constituyen el volumen que es posible de extraer considerando la tecnología disponible en un momento dado (después de demostrar la factibilidad) y es menor o igual a los recursos in situ. ¿Qué factores influyen en que un recurso sea minado?

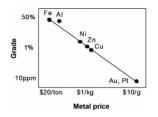
Concentración (Ley)

Precio

Costo de Extracción y Proceso







## Relación entre Recursos y Reservas Minerales



project viability project viability fund raising reconciliation exploration planning mine planning short term planning mine design plant design stockpile management financiers financiers management management management exploration geologists project geologists production geologists

mine planners

metallurgists

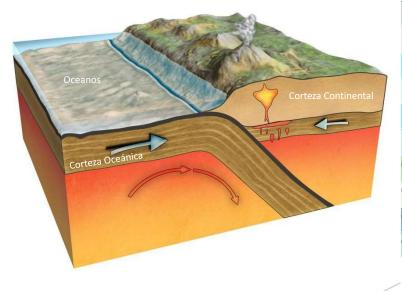
contractors

engineers

metallurgists



## Litio en la corteza → Línea de Base



		Corteza Oceánica (MORB)	Corteza Continental
Enriquecimiento* Mín.	0.007	0.195	1
Enriquecimiento* Máx.	0.0125	0.455	3.5
Li Min ppm	0.14	3.9	20
Li Max ppm	0.25	9.1	70
Li Min mgL**	0.17	5	24
Li Max mgL**	0.30	11	84
% Li w/w Mín.	0.00001%	0.000%	0.002%
% Li w/w Máx.	0.00003%	0.001%	0.007%
% Li20 Mín.***	0.00003%	0.001%	0.004%
% Li2O Máx.***	0.00005%	0.002%	0.015%

<sup>\*</sup>Enriquecimiento con respecto al valor mínimo de la corteza continental.

$$Enrique cimiento = \frac{Valor\ Comparado}{Valor\ Corteza\ Continental}$$

Corteza continental en promedio tiene 20 ppm de Li → Línea Base. Más enriquecida que la corteza oceánica (y los mares)

<sup>\*\*</sup> mgL a ppm considera una densidad de 1.2 (típica de salmueras)

<sup>\*\*\*</sup> Factor de Li a Li2O  $\rightarrow$  2.153



## Proyectos actuales de litio

## ESTADO SÓLIDO Tonelaje/Ley

#### Estado Sólido:

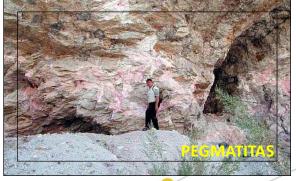
- Pegmatitas (spd, pet,lpd, micas)
- Arcillas y Tipo Jadar (Hidrotermales)
- Cenizas y Tobas (Perú)

Ley expresada como % Li2O o ppm



Minería "tradicional"

- · Rajo abierto
- Subterránea
- Mina "Estática"









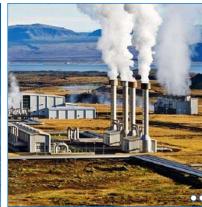
Minería de Salmueras

- Bombeo
- Mina "móvil"

## ESTADO LÍQUIDO Volumen (Salmuera) / Ley

Ley expresada como % w/w Li o mgL de Li







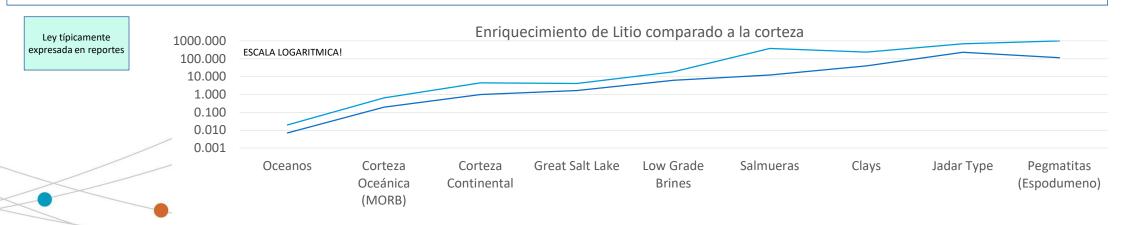


○ Salares ○○ Geotermia ○○ Mena: Salmuera ○○ Pozas Evaporación ○○ Petróleo



## Proyectos actuales de litio: Comparación de Leyes

	C		Corteza Low Grade					Pegmatitas		
	Oceanos (	MORB)	Continental	Great Salt Lake E	Brines S	Salmueras	Clays J	adar Type (	Espodumeno)	
Enriq.* Mín.	0.007	0.195	1	1.7	6.25	12.5	40	232	116	
Enriq.* Máx.	0.0125	0.455	3.5	2.5	12.5	250	200	464	882	
Li Min ppm	0.14	3.9	20	33	125	250	800	4,640	2,320	
Li Max ppm	0.25	9.1	70	50	250	5,000	4,000	9,280	17,632	





## Proyectos actuales de litio













### En Producción

### **Salmueras**

0.05 → 0.80% Li

- Li disuelto en salmueras que se bombean desde acuíferos a pozas
- Se evapora para concentrar el Li (0.05% w/w) → 1 a 6%
- Luego se procesa en plantas para generar LCE

### **Pegmatitas**

0.23 → 1.76% Li

- Li en silicatos de origen magmático
- Espodumeno (Px), Petalita (ph), etc.
- Minería tradicional (Open Pit / Minería Subterránea)
- Requiere Explosivos
- Mineral va a molienda, flotación y calcinación.
- Luego se procesa en plantas para generar LCE

### **Arcillas**

0.08 → 0.40% Li

- Li en filosilicatos asociados a alteración hidrotermal
- Hectorita, Tainiolita (?)
- Asociado a depósitos de Uranio
- Minería tradicional (Open Pit)
- No debería requerir explosivos
- Mineral va a molienda, flotación y calcinación
- Luego se procesa para generar LCE

### Cenizas/Riolitas

0.20 → 0.30% Li

- Li ¿en vidrio? / Searlesite
- Asociado a depósitos de Uranio
- Incluye Boro?
- En exploración
- Minería tradicional (Open Pit)
- Requiere explosivos
- ¿Proceso?

## Jadar

En (Pre) Factibilidad

~0.5 → 0.9% Li

- Mineralización Asociada a Boro y alteración hidrotermal.
- Li en Nesosilicatos
- Jadarita
- Asociados a alteración hidrotermal?
- ¿Proceso?

### Salmueras Baja Ley

 $0.01 \rightarrow 0.03\% \text{ Li}$ 

- Asociadas a yacimientos Oil & Gas / Geotermales.
- Litio es by-producto.
- Tecnologías de **DLE**
- Origen Hidrotermal / acumulación hidrocarburos

**BOMBEO** 

Pit/Underground

it/Underground

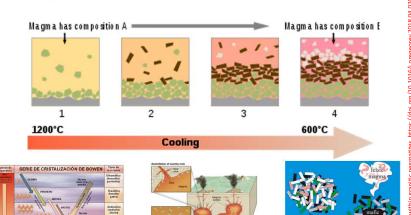
UNDERGROUND

BOMBEO

Al: área de influencia del proyecto



## **ORIGEN YACIMIENTOS: Pegmatitas**



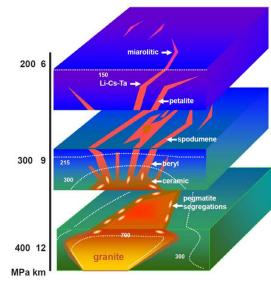
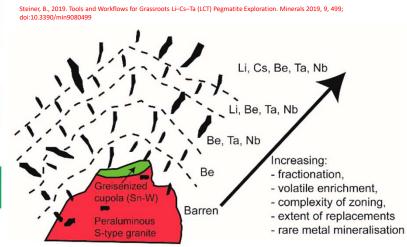
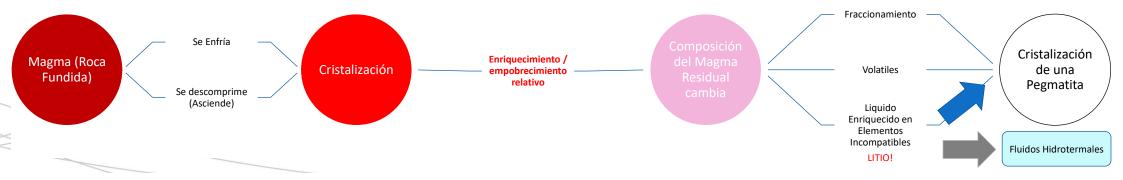
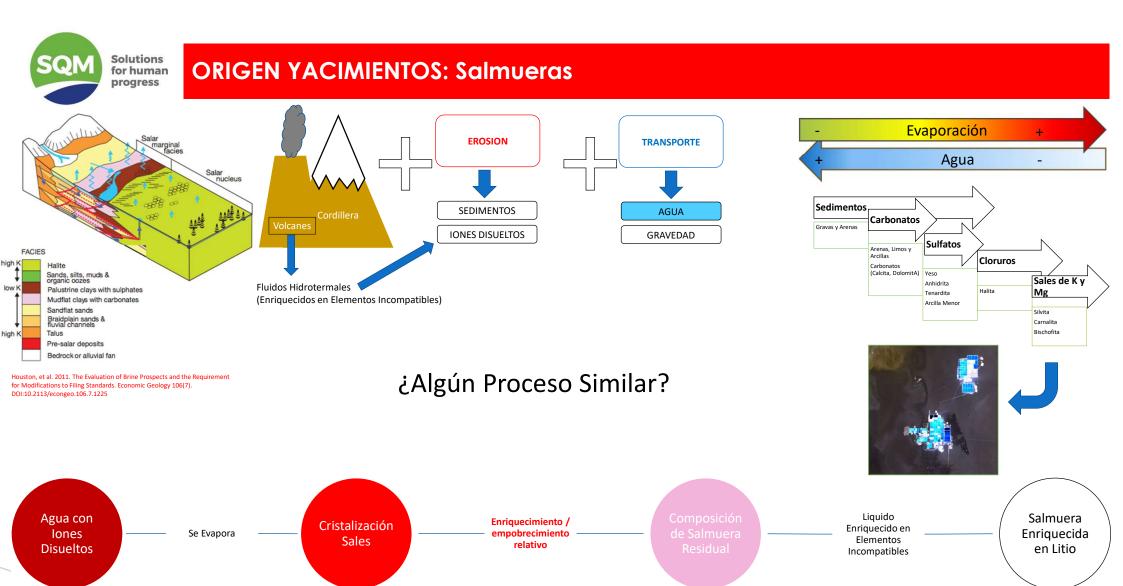


Fig. 8. Regional zonation within a pegmatite group of the LCT family. Pegmatite segregations ("facial pegmatites": Černý, 1991b) form along the upper margin of the pluton. These coalesce upward into the common "ceramic" pegmatites – the principal sources of feldspar and quartz for glass, ceramics, and electronics. Beyond the thermal aureole of the pluton, beryl appears as the



**Figure 2.** Traditional model of regional zonation and rare metal enrichment of pegmatites and pegmatite fields related to S-type granite plutons implying that zoned pegmatite fields are related to and have a similar age as a nearby granite intrusion (modified from [26]). This model is currently challenged by a number of authors who outline evidence for an anatectic origin of pegmatite melts, e.g., [4,13,36,37,47]. Whilst pegmatite fields can be zoned, the zonation is in some cases not spatially related to a pluton, but to individual pods of pegmatitic melt.



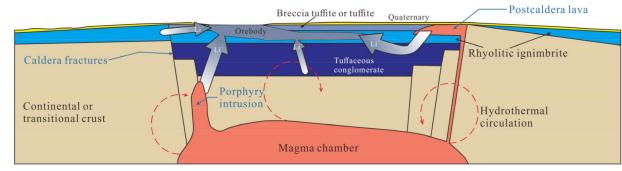




# ORIGEN YACIMIENTOS: Arcillas, Jadar y Yacimientos asociados Procesos Hidrotermales

### **TACKER PASS LIKE**

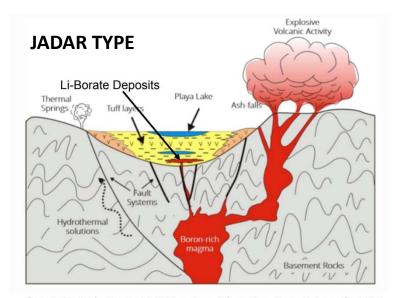
(Conocidos desde los 80's por Uranio)



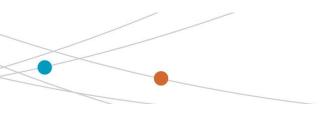
Li et al, 2021. . Metallogenic Characteristics and Formation Mechanism of Naomugeng Clay-Type Lithium Deposit in Central Inner Mongolia, China. Minerals 2021, 11(3), 238; https://doi.org/10.3390/min11030238

¿ Se acuerdan de los fluidos hidrotermales asociados al magma? ¿Que pasa si no los atrapo y los "enfrío/cristalizo" en la corteza? Los fluidos escapan a la superficie y están enriquecidos en elementos Incompatibles (Cómo Li, Mg, B).

Fijados en Sedimentos (Arcillas) Intra Caldera u otro tipo de Rocas.



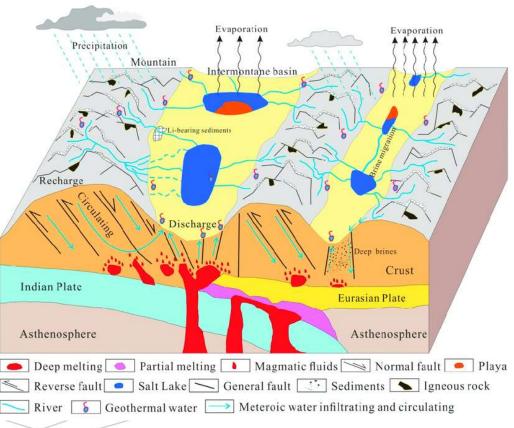
Genetic Model for Borate +/- Lithium deposit formation, From: Helvacı, C., 2015, Geological Features of Neogene Basins Hosting Borate Deposits: An Overview of Deposit and Future Forecast, Turkey. Bull. Min. Res. Exp., 151: pp 169-215





## **CONCLUSIONES**





### Diferentes Proyectos se están desarrollando hoy en día

- Tradicionales (Basados en Espodumeno y Salmuera)
- "Nuevos" → Arcillas hidrotermales y salmueras de baja Ley.

Litio es abundante, pero las concentraciones anómalas (económicas) son escasas.

• Elemento "esquivo" y cuesta acumularlo en la corteza terrestre.

### Origen

- Magmático. Alto fraccionamiento y diferenciación.
- Es necesario atraparlo.
- > Pegmatitas: Rocas graníticas altamente fraccionadas.
- → Salmueras de Alta Ley: Fluidos originalmente no "tan" enriquecidos que se concentran por evaporación.
- -> Salmueras de Baja Ley: Fluidos levemente enriquecidos como by-product.
- -> Arcillas / Jadar: circulación de fluidos hidrotermales a través de sedimentos que "fijan" el litio.

## Nuevos Proyectos tienen desafíos en el proceso

- Arcillas difíciles por si sola.
- Salmueras de baja Ley y DLE → Agua



