

# Minerales Estratégicos: Ecosistemas en disputa e incertidumbres

*“El nuevo campo de batalla mundial”*  
FINANCIAL TIMES, 21/ JUNIO/ 2019

Edmundo TULCANAZA

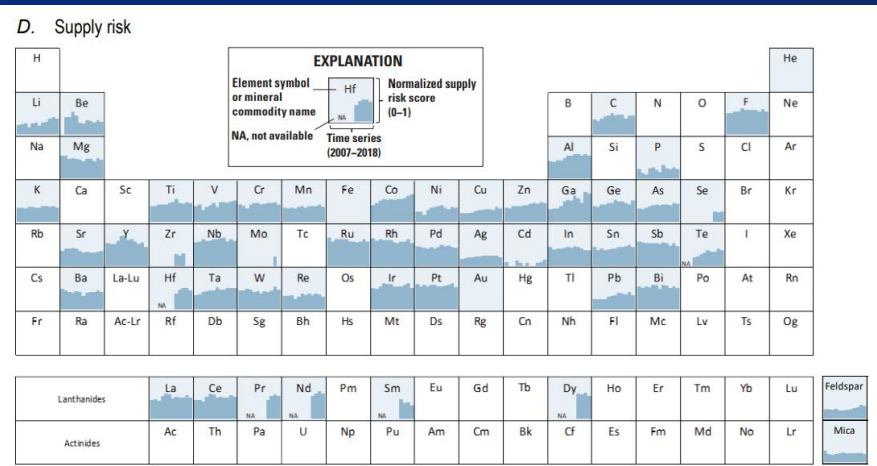
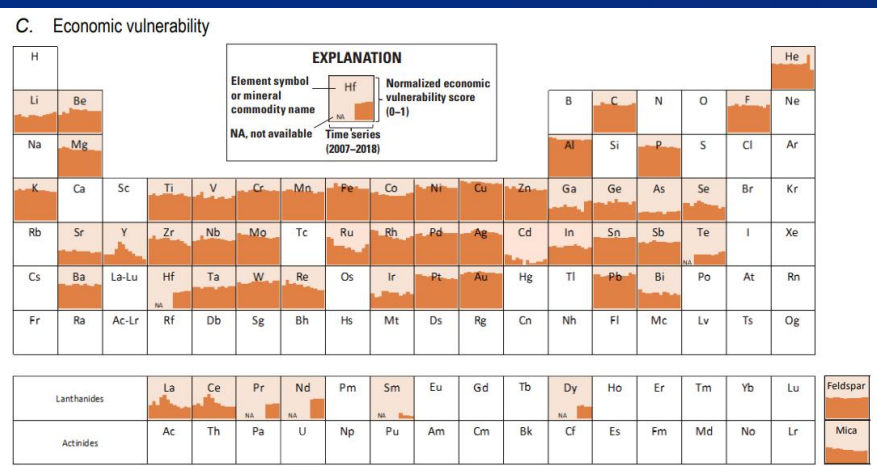
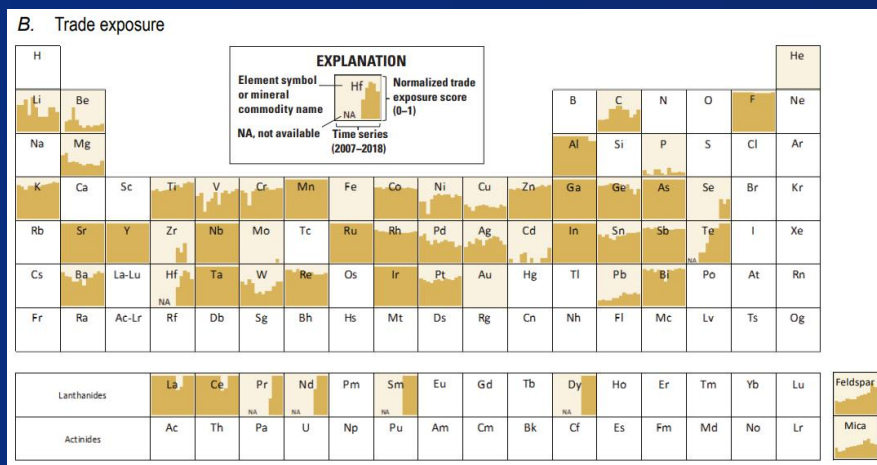
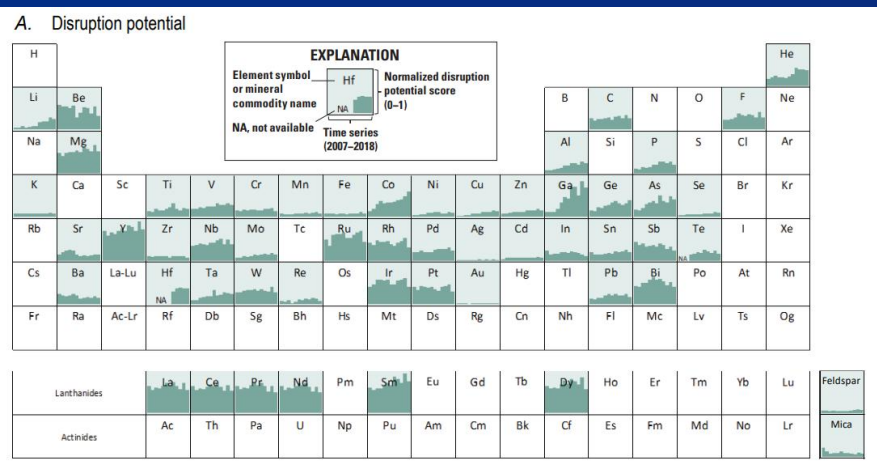
CEMEC (Centro de Estudios Minerales Estratégicos y Críticos, Chile)  
edmundo.tulcanaza.ext@iu.org  
edmundo.tulcanaza@hotmail.com

11 Abril 2023

01

# MINERALES ESTRATÉGICOS

## Criticidad de los minerales:



- **Disrupción potencial**
- **Exposición Comercial**
- **Vulnerabilidad Económica**
- **Riesgo de Abastecimiento**

**[USGS Methodology and Technical Input for the 2021 Review and Revision of the U.S. Critical Minerals List- Open-File Report 2021-1045]**

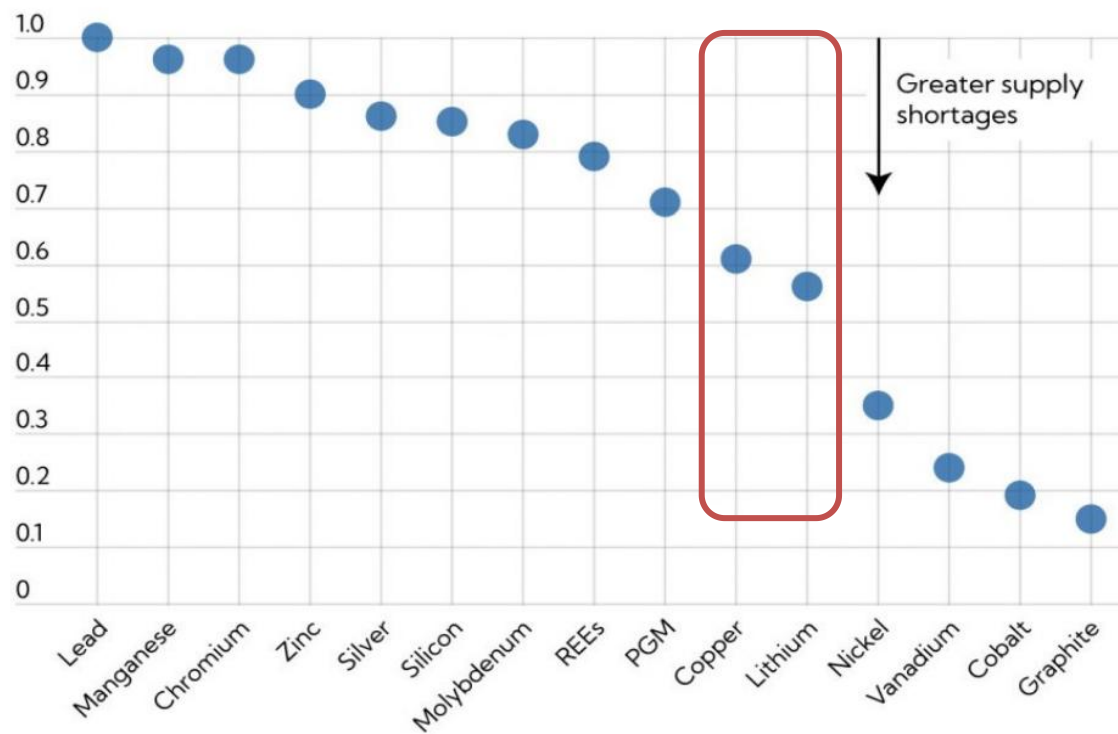
# MINERALES ESTRATÉGICOS

## Criticidad de los minerales:

Commodity	Supply risk														Recency-weighted mean
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018			
Gallium															0.67
Niobium															0.66
Cobalt															0.65
Neodymium															0.65
Ruthenium															0.63
Rhodium															0.62
Dysprosium															0.61
Aluminum															0.60
Fluorspar															0.60
Platinum															0.60
Iridium															0.59
Praseodymium															0.58
Cerium															0.56
Lanthanum															0.56
Bismuth															0.55
Yttrium															0.54
Antimony															0.53
Tantalum															0.53
Hafnium															0.51
Tungsten															0.51
Vanadium															0.51
Tin															0.50
Magnesium															0.49
Germanium															0.49
Palladium															0.48
Titanium															0.48
Zinc															0.48
Graphite															0.47
Chromium															0.47
Arsenic															0.45
Barite															0.44
Indium															0.41
Samarium															0.40
Manganese															0.40
Lithium															0.40
Tellurium															0.40

### Metals in a net-zero scenario

Current production rates of some important metals, including copper, are likely to be inadequate to satisfy future demand. (supply/demand ratio, energy and non-energy demand coverage)



Source: International Energy Agency, US Geological Survey 2021, and IMF staff calculations.

la **Asociación de Ingenieros de Minas de China**

llaman minerales estratégicos los necesarios para "**salvaguardar la seguridad económica nacional, la seguridad de la defensa nacional y las necesidades de desarrollo de las industrias emergentes estratégicas**".

China clasifica los minerales estratégicos en "**minerales de escasez estratégica**" y "**minerales de ventaja estratégica**". (China Natural Resources News).

"**minerales de escasez estratégica**" ...minerales para los que China no tiene suficientes reservas (petróleo, gas, Fe y Cu).

"**minerales de ventaja estratégica**".. minerales que China tiene en abundancia (tierras raras por ej).

En **USA** (“**Critical Mineral Resources of the United States- Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply**” preparado por el **DOI** y el **USGS**). Orden ejecutiva emitida por Donald Trump en 2017.

USA

(i) material mineral esencial para la seguridad económica y nacional de los EEUU;  
(ii) cuya cadena de suministro es vulnerable a interrupciones; y  
(iii) que cumpla una función esencial en la fabricación de un producto, cuya ausencia tendría consecuencias significativas para nuestra economía o nuestra seguridad nacional”.

Biden invocó (03, 2022) la Ley de Reducción de la Inflación (IRA), ...que apoyó la extracción, el procesamiento y el reciclaje de materiales críticos, como litio , níquel, cobalto , y otros).

Por su parte, los 27 minerales críticos definidos por la **UE** se seleccionaron porque “los riesgos de escasez de suministro y sus impactos en la economía son mayores que los de la mayoría de las demás materias primas”.



La lista es un..... “elemento de apoyo al negociar acuerdos comerciales, desafiar las medidas que distorsionan el comercio, desarrollar acciones de investigación e innovación”.

Al igual que **Canadá y USA**, la **UE** prohibió, a partir del 02/2023 el uso de la aplicación de videos cortos TikTok en dispositivos de trabajo sus instituciones. Ha sido etiquetado como una “amenaza a la seguridad” en la República Checa.

GUERRA DE RUSIA EN UCRAÍNA >

## EE UU y la UE acuerdan negociar para dar un trato de favor a las materias primas críticas europeas

El presidente estadounidense, Joe Biden, y la presidenta de la Comisión Europea, Ursula von der Leyen, también han acordado abrir un diálogo sobre las ayudas a las energías verdes



La Unión Europea y Estados Unidos negocian para favorecer a las materias primas críticas europeas

El presidente de Estados Unidos, Joe Biden, al comienzo de la reunión con Ursula Von der Leyen, presidenta de la Comisión Europea. Foto: ANDREW HARNIK (AP) | Video: REUTERS

El Secretario de Estado de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del **Reino Unido** definió la estrategia de su país respecto a los minerales críticos sobre la base de

- **acelerar el crecimiento de las capacidades nacionales del Reino Unido**
- **colaborar con socios internacionales**
- **mejorar los mercados internacionales para hacerlos más receptivos, transparentes y responsables**

La estrategia establece nuestras ambiciones de trabajar con otros países para fortalecer las relaciones comerciales y diplomáticas, y los esfuerzos para hacer que las cadenas de suministro sean más diversas, transparentes, responsables y resilientes. Esto creará oportunidades para las empresas del **Reino Unido** en el extranjero y garantizará que las empresas del **Reino Unido** operen en igualdad de condiciones. Esta estrategia ayudará a crear las cadenas de suministro más seguras y resistentes necesarias para un futuro limpio, seguro y próspero.



....no hay duda que ante la crisis climática mundial, y en medio de la evidente animosidad geopolítica actual, de amenazas y temores entre los grandes centros de poder por asegurar abastecimientos mineros, existe **una disputa por .....**

.....**minerales que hasta hoy se llamaban secundarios o subsidiarios, los que han devenido en **estratégicos y críticos.****

Hoy, los minerales estratégicos están en el **centro de la geopolítica**

Los **grandes centros del poder** mundial miran con mucha avidez y apremio los **centros mineros que contienen estas mineralizaciones** que impactarán el devenir de la humanidad.

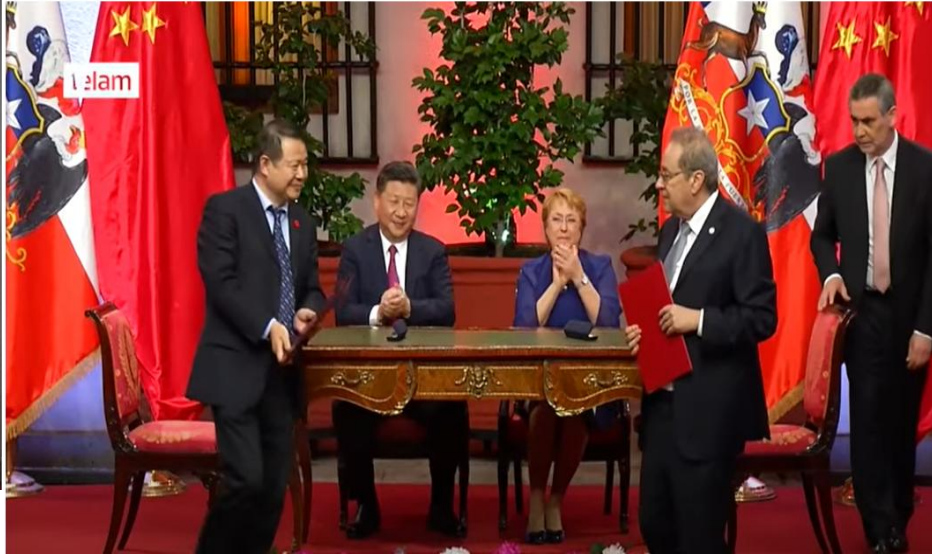
Este hecho se convierte en una **gran palanca** para el desarrollo de **potentes proyectos por parte de Chile.**



**Autoridades de Minería reciben a delegación del Reino Unido para abordar estrategia de minerales críticos**  
El Comité de Relaciones Exteriores de la Cámara de los Comunes se encuentra trabajando una investigación sobre los minerales necesarios para producir energía limpia y vehículos eléctricos.



**Scholz recurre a Sudamérica para acabar dominio chino en litio**

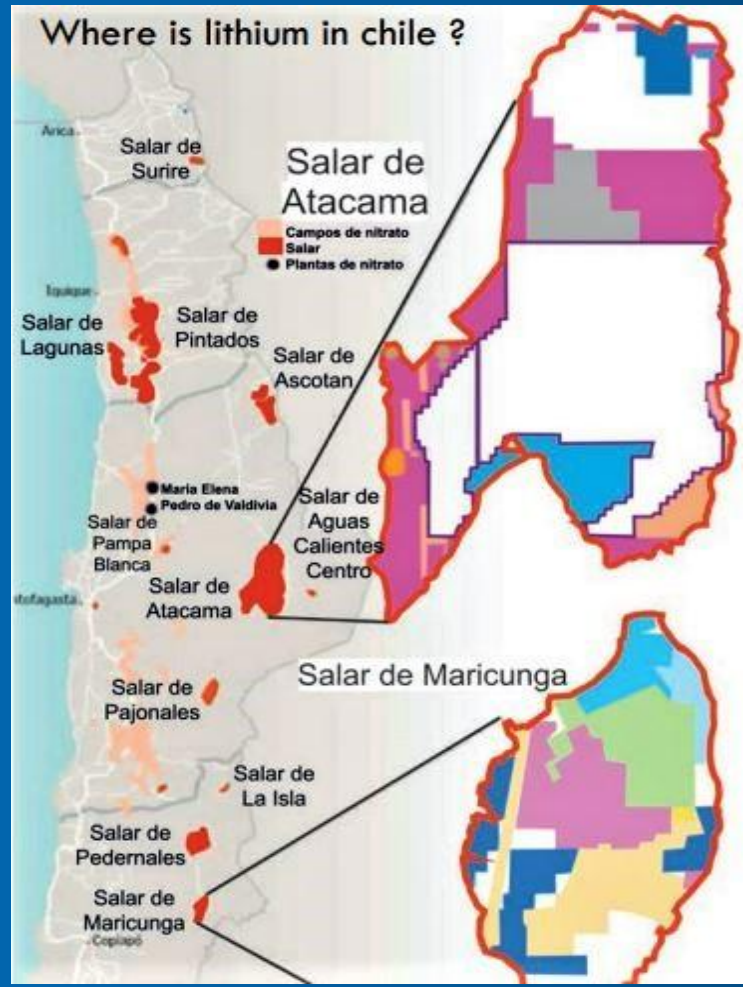


motivos?

# MINERALES ESTRATÉGICOS

## Concretamente, en este momento.....

*from BN americas*



## Razones.....

**El litio es un elemento químico que presenta:**

- el potencial electroquímico más alto de todos los metales,
- una excelente conductividad eléctrica y térmica,
- ultraliviano,
- con alta densidad energética.
- alto ciclo de vida

**Estas propiedades físico-químicas del Li hacen que sea difícilmente sustituible por otros elementos, y esencial para el desarrollo de numerosas aplicaciones industriales.**

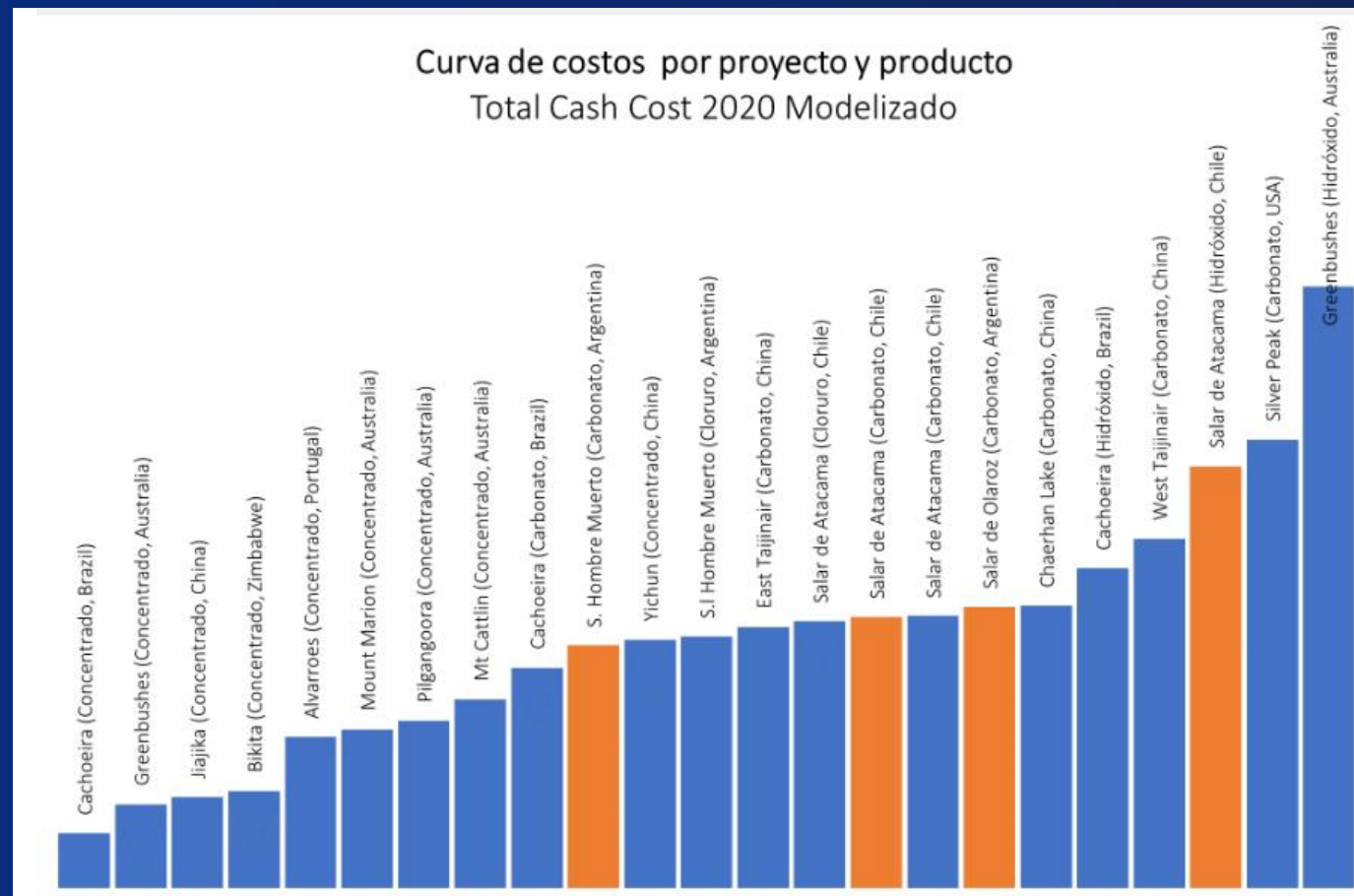
# MINERALES ESTRATÉGICOS

## Razones.....

“el motivo fundamental por el cual los proyectos del Triángulo del Litio acaparan tanta atención es debido a sus **costos operativos** más bajos y la calidad del producto obtenido. Mientras la producción de **roca dura** se encuentra en el extremo superior de la curva de costos la sudamericana se ubica en el inferior. Comparando el cash cost final de hidróxido de litio de dos proyectos emblemáticos y de considerables aportes a la oferta, como son el Salar de Atacama en Chile y Greenbushes en Australia observamos que la proveniente de **salmuera** es un **43% más económica que la de roca dura”**.

Por Nadav Rajzman 13/05/2022

<https://misionproductiva.com.ar/mineria/2022/05/13/que-esperar-en-la-industria-del-litio-de-2022-23/>

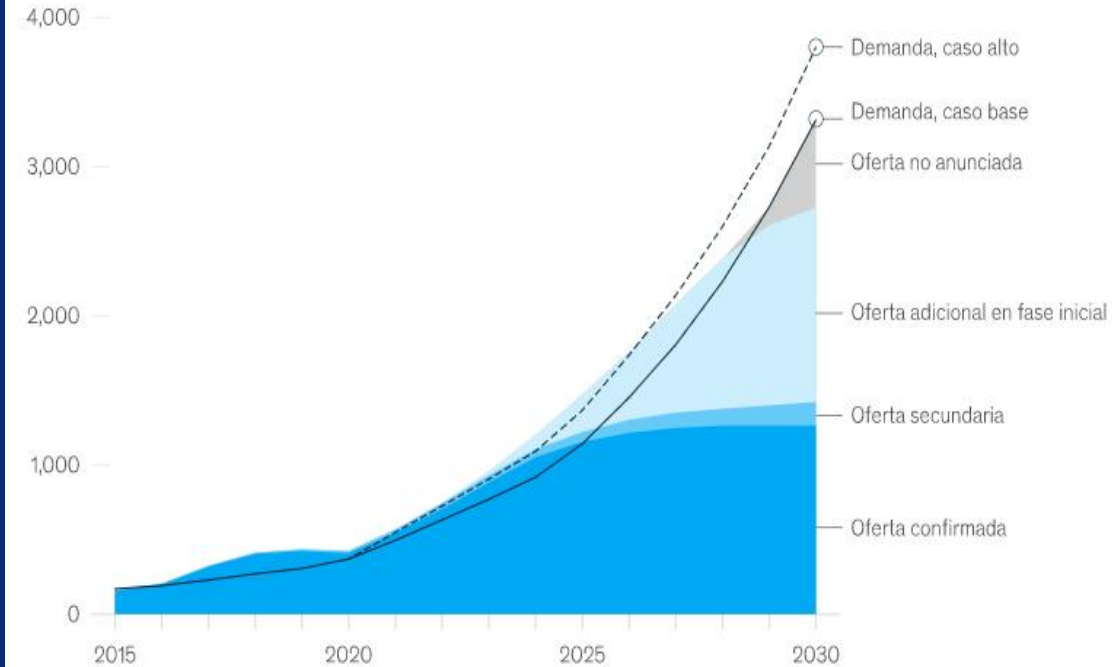


## Razones....

- clave para la electromovilidad (EM).
- hoy existen a nivel mundial unos 1500 millones de autos y la proyección es un aumento de 3 a 4 % año. Hoy solo existen 30 millones de EV
- demanda debe crecer, **de todas maneras.**
- liviandad del litio junto su alta conectividad eléctrica serán clave para seguir respondiendo al interés por la EM.
- con una escasa oferta, el litio exige un pronto desarrollo no solo de su extracción sino que también de los otros eslabones que constituyen la cadena de valor del este mineral.

### La brecha del litio se puede cerrar en la segunda mitad de la década

Oferta y demanda mundial de litio,<sup>1</sup> kilotoneladas de carbonato de litio equivalente



<sup>1</sup>Volumen de producción extraído. La producción potencial prevista tiene en cuenta las tasas históricas de utilización como resultado de las disrupciones externas y de las restricciones económicas (7%) — modelada al 93% de la capacidad disponible. La producción incluye volúmenes que pueden no haber sido refinados, incluyendo el mineral de envío directo almacenado y el concentrado de espodumeno.

Fuente: MineSpans; modelo de demanda de litio de McKinsey.

McKinsey  
& Company

**Razones.....**

Salar de Atacama 300.000 Ha = SQM+Albermarle (98.000Ha)+Wealth (46.000Ha)+ CORFO (156.000Ha)

SQM+Albermarle produjeron 207.000tLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> @ 52.000US\$/t (2022) > US\$ 10.764 MUS\$

Rendimiento (SQM+Albermarle) = US\$ 10.764M/98.000Ha/año > US\$110.000/Ha/año

Potencial CORFO = US\$ 110.000/Ha/año x 156.000Ha = US\$ 17.160 M/año

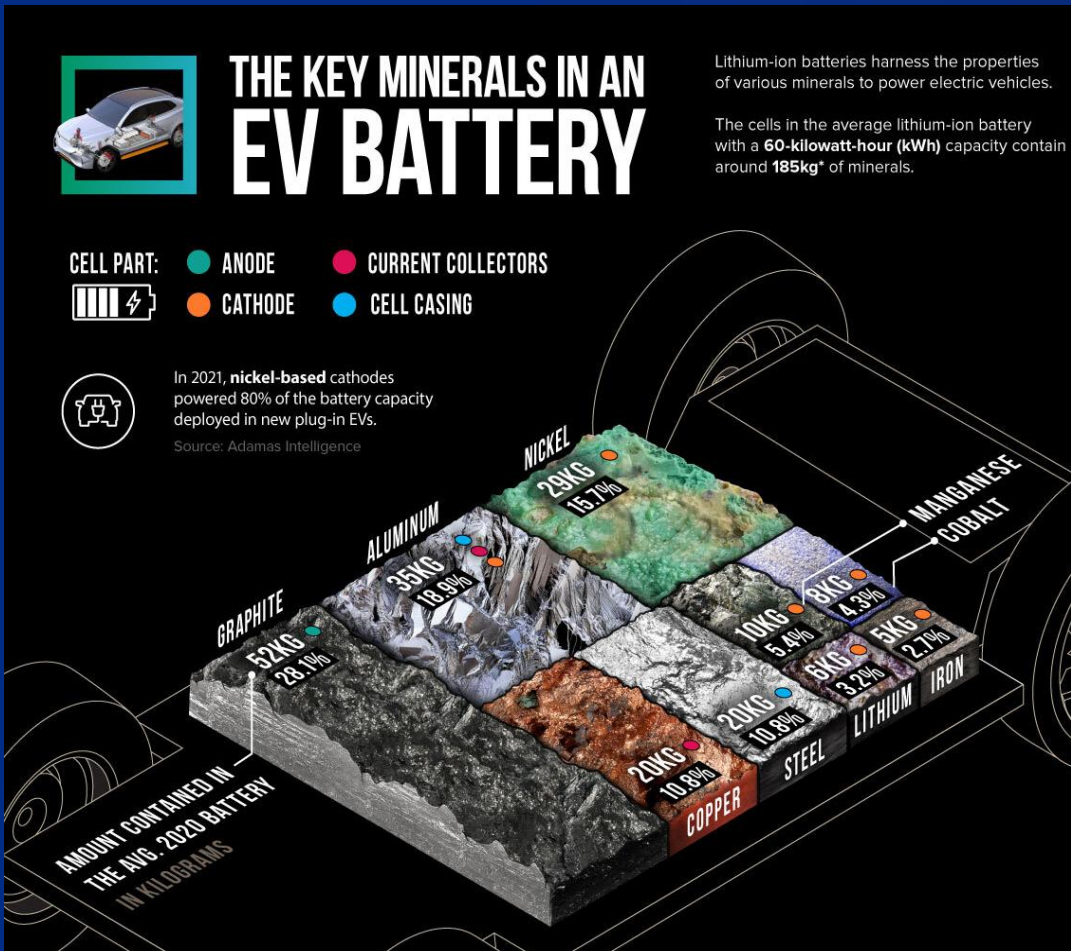
PIB Chile hoy aprox = 300.000 MUS\$/año **Potencial Anual CORFO (Litio)= 5.7% del PIB anual de Chile**

**Se asume, homogeneidad de salmueras en el Salar; costo operacional 6 a 8 veces más bajo que el precio de venta; incluso con precios de 32.000US\$/tLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, el rendimiento de la porción CORFO sería de US\$ 10.560 M/año equivalente al 3.5% del PIB anual del país . Todavía un excelente negocio para Chile.**

**Cualquiera sean las consideraciones, se evidencia que el rendimiento de la porción CORFO en el Salar de Atacama es una tremenda palanca comercial y productiva para la Empresa Nacional del Litio. Chile tiene más de 50 Salares; algunos de ellos con contenidos interesantes para negocio.**



a pesar de lo anterior, el litio es solo una pieza del rompecabezas, aunque muy importante.



una batería de ion-litio para vehículos eléctricos usa aproximadamente al menos 9kg de litio, 29kg de níquel, 8kg de cobalto y 10kg de manganeso aparte del hierro y cobre/aluminio o zinc para la carcasa.

A nivel de autos eléctricos, estos consumen un estimado entre 40 y 80 kg de cobre.

Sin embargo, el litio, tanto en volumen como en valor constituyen un pequeño porcentaje de peso y valor de una batería.

contenido de Li en una Batería	4%
valor del Li contenido en una Batería	8%

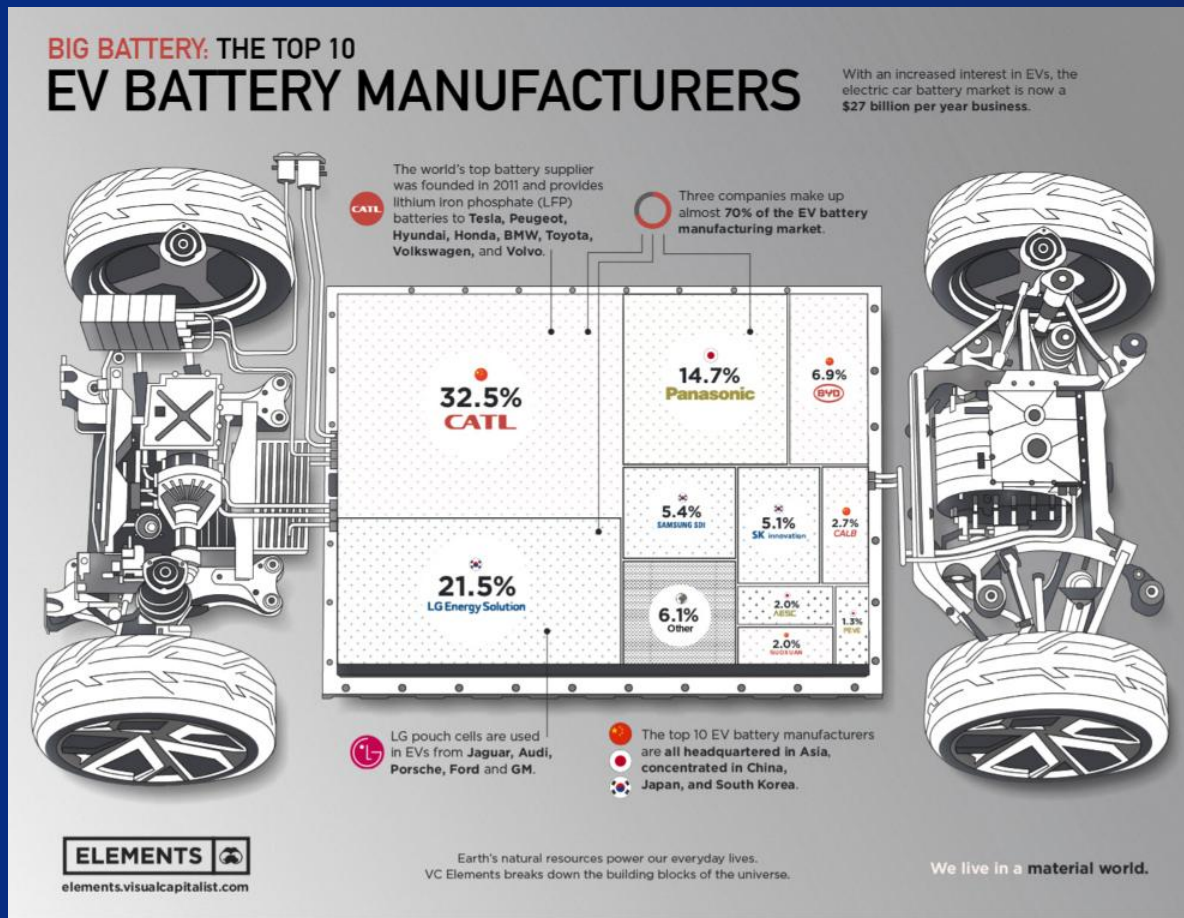
<https://www.elements.visualcapitalist.com/>

Son estos fabricantes de baterías los que están dedicados a producir

- electrolitos,
- separadores,
- cátodos,
- ánodos,
- carcasas de Cu/Al

y otros implementos en los cuales China está a la cabeza junto a USA y la UE.

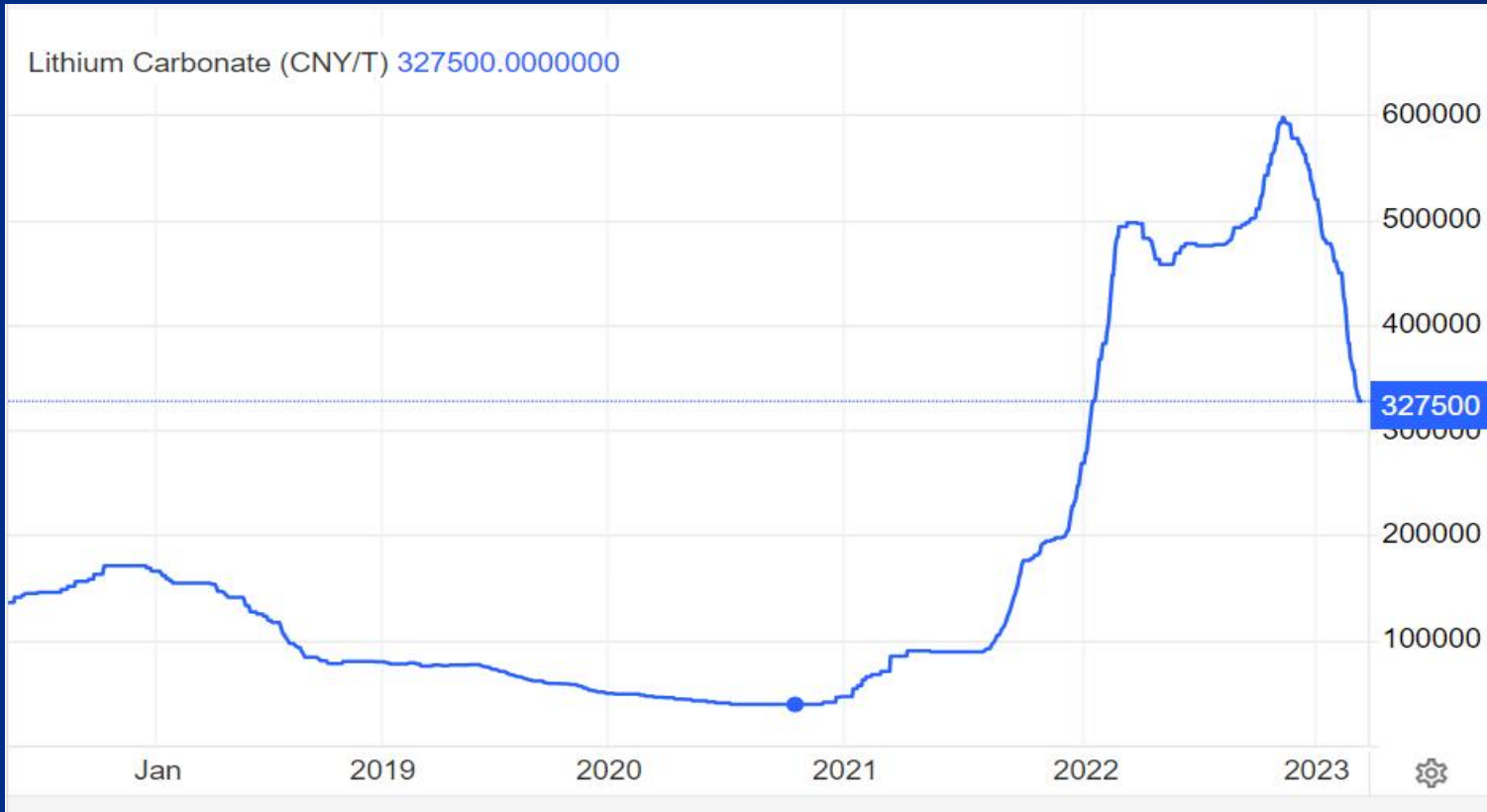
Existen hoy 1500 millones de autos y 30 millones de EV



1	CATL Technology Co., Ltd.
2	LG Chem (Nanjing) Electronic Materials Co., Ltd
3	Samsung Huanxin (Xi'an) Power Battery Co., Ltd.
4	Shenzhen BYD Lithium Battery Co., Ltd.
5	Wanxiang A123 System Co., Ltd.
6	Tianjing Lishen Techonlogy Co., Ltd.
7	Harbin Guangyu Power Supply Co., Ltd.
8	AVIC lithium battery (Luoyang) Co., Ltd.
9	Zhuhai Guangyu Battery Co., Ltd.
10	Dongguan New Energy Technology Co., Ltd.

... Y ahora...las volatilidades...

litio



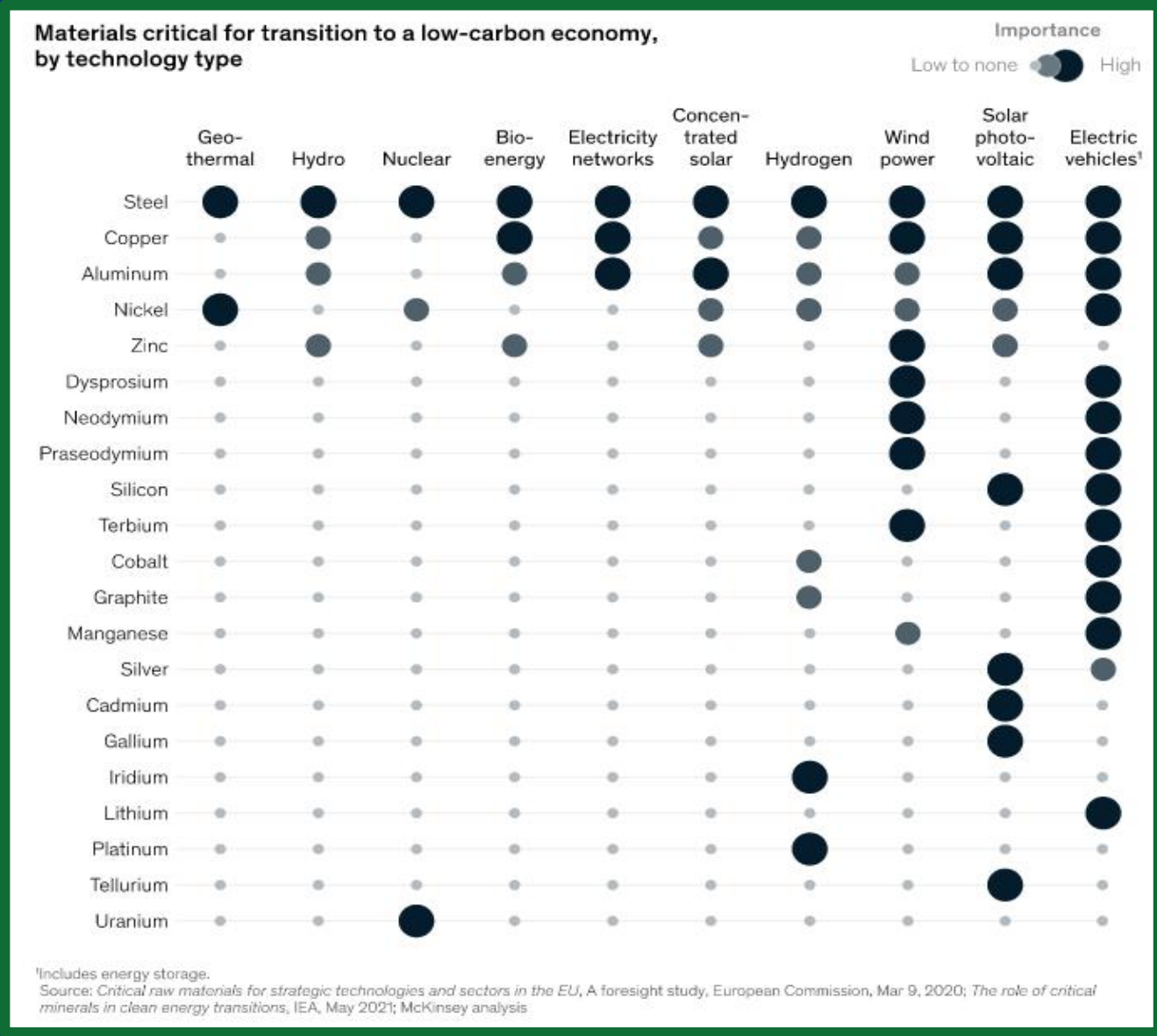
cobalto



# MINERALES ESTRATÉGICOS

...y todo este quehacer, en medio de una transición energética y tecnológica

..... que demandará la expansión minera hacia un nuevo tipo de minerales, no importando el tipo de transición energética.



Sin embargo,.....

La cantidad de gases de invernadero por tonelada de material extraído también crecerá a consecuencia de que yacimientos más pobres requerirán proporcionalmente un mayor uso de energía.

“Es tiempo para mayores regulaciones ambientales en el sector minero.”

“Mientras el reciclado y el diseño circular pueden reducir las necesidades de materiales, un aumento exponencial en la producción global de minerales y metales será vital”.

“la Agencia Internacional de Energía (IEA) estima que a fin de cumplir con las metas de los acuerdos de Paris (COP26), la cuadruplicación de los requerimientos de mineral, para las tecnologías de energías limpias al 2040, será necesaria”.

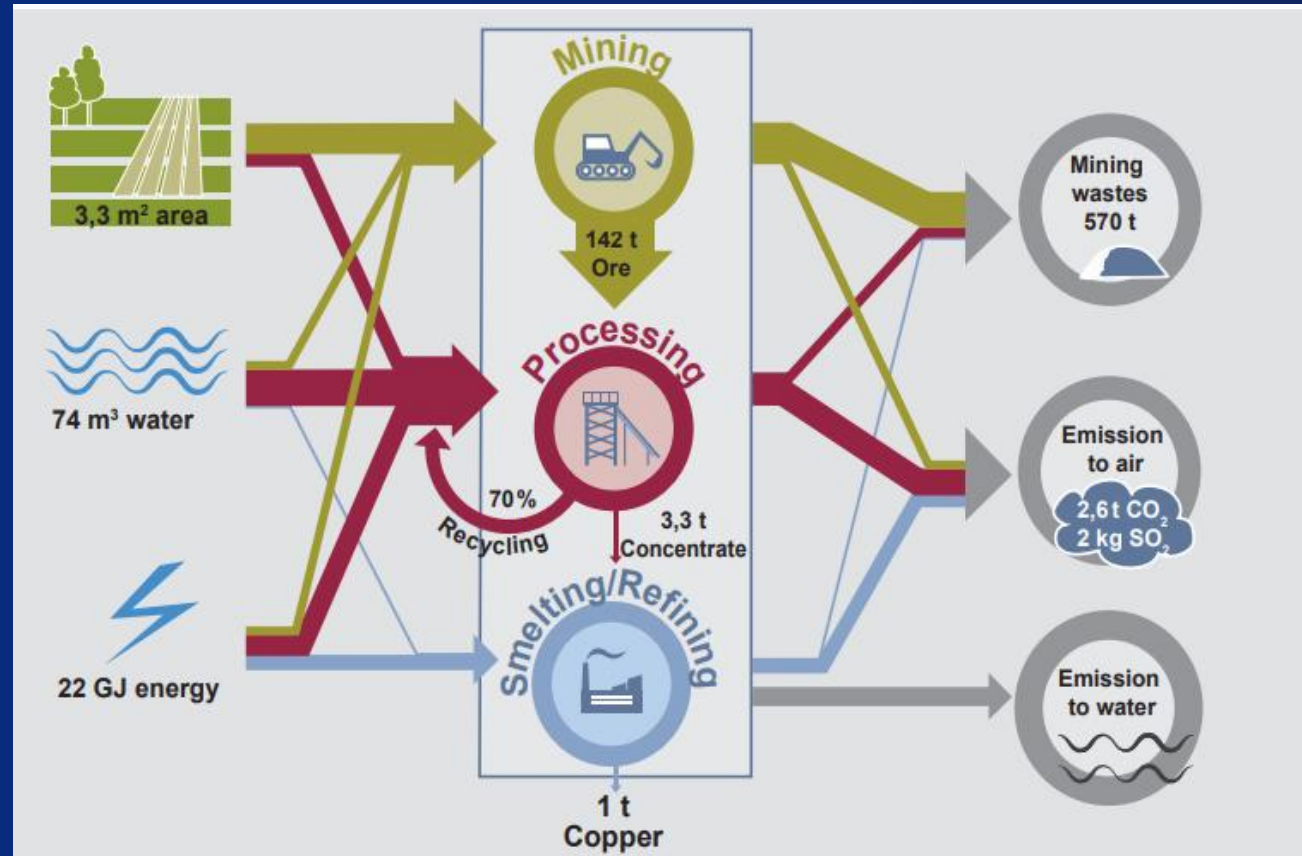
Sheila Aggarwal-Kahn  
Director,

Economy Division  
UN Environment  
Programme

1<sup>st</sup>/ 04/ 2022

# Aparte de una mayor producción minera habrá un mayor

- uso de Terrenos
- consumo de Agua
- consumo de Energía
- emisión de Gases
- cantidad de Material Particulado



*La minería del cobre emite unas 2.5 t carbón/t de metal*  
“Metals recycling to be a key plan for cutting emissions”

*La minería del litio requiere 2M litros agua por cada tonelada de litio*

By Pratima Desai Reuters July 15, 2021

# La Huella Ambiental (E)

**La evidencia de un equilibrio sustentable de nuestras actividades resultantes en beneficios, frutos, daños, y perjuicios obliga a incorporar la contabilidad ambiental**

“Prácticas Contables en la Huella de la Gestión Ambiental son herramientas para identificar, analizar, gestionar y reducir daños y costos ambientales. Esas prácticas pueden identificar eventos y actividades en los procesos mineros en los cuales la producción de residuos puede ser reducida, resultando en oportunidades para disminuir costos”.

“Estas prácticas incluyen contabilidad de costos, flujos de material, costeo basado en actividades unitarias (ABC), y costeo durante el ciclo de vida ”.

*The conversation.com    Margaretha HUIBRECHT (Breggie) van der Poll , Sept 22, 2021*

# La Huella Ambiental (E)

**La evidencia de un equilibrio sustentable de nuestras actividades resultantes en beneficios, frutos, daños, y perjuicios obliga a incorporar la contabilidad ambiental**

Las actividades extractivas tendrán que incluir un cierre de minas progresivo y un programa de rehabilitación. Será crucial para la industria cuantificar los recursos físicos usados en la producción de metal (materiales, químicos, otros).

La contabilidad física de materiales usada para una mayor eficiencia de la industria será una obligación en el futuro. Las Compañías mineras deben girar su foco desde una maximización de sus niveles productivos a un mejoramiento de productividad y disminución de costos.

*"Calculating ecological footprints for mining companies": An introduction to the methodology and an assessment of the benefits" journal of the SAIMM 117(1):13-16, January 2017 by Daniel Limpitlaw, A. Alsum, & D. Neale*



# Social (S)

## Regulaciones internacionales y el tema social

- Debido a su relevancia en cada aspecto de nuestras diarias actividades, minerales y metales deben jugar un importante rol en la sociedad. Esta es la razón por la cual el crecimiento de la población conlleva la **rehabilitación de áreas y zonas mineras, condiciones laborales, de seguridad, de sanidad, y otras que deben estar también en línea con el crecimiento de la industria minera.**



Sustentabilidad



# Social (S)

## Regulaciones internacionales influenciando la industria minera son:

- Las regulaciones de la OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas;
- El acuerdo 176 sobre seguridad y salud en el sector minero
- El acuerdo 169 sobre pueblos indígenas y tribales;
- El acuerdo de Escazú;
- El acuerdo sobre los Derechos Humanos de las NNUU; and
- otros documentos y acuerdos internacionales de las NNUU sobre trabajo, salud, y seguridad de los trabajadores.



## Governanza (G)

Minerales y metales tienen el potencial de pavimentar el camino del desarrollo social y crecimiento económico, especialmente en países de bajo desarrollo pero pujantes en el sector minero. Esta senda es totalmente dependiente del honesto, digno, y cabal interés que las autoridades de un país tienen en el desarrollo de sus países.

El “World Governance Index” (WGI) es uno que mide la calidad de gobierno a nivel de cada país para llevar reformas y progreso social y económico.

De acuerdo a la Iniciativa sobre Transparencia de la Industria Extractiva (EITI), cerca del 45% de los países productores de cobre tienen un bajo o mediano WGI (< 0.5).

## Gobernanza (G)

Los "Resource Governance Indexes" (RGI) evalúan políticas y prácticas que las autoridades nacionales emplean para gobernar las industrias mineras, petroleras, y del gas de sus respectivas industrias. Los índices proporcionan un puntaje consolidado con cada uno de sus diferentes evaluaciones.

EL "Natural Resource Governance Institute" (NRGI) produce el RGI como una herramienta de diagnóstico en la medición de la gobernanza en los sectores del petróleo, gas, y minería en países seleccionados para llamar la atención sobre potenciales reformas a nivel global, nacional, y regional.

# Reflexiones Personales y Conclusiones

- *Los ecosistemas de minerales estratégicos son fuente de recursos naturales, apetecidos por muchos, que bajo un diseño del Estado deben ser desarrollados al máximo en su cadena de valor.*

- *En el negocio minero el mayor valor está en el recurso minero bien estudiado, bien informado. El financiamiento, la tecnología, y la expertise se pueden comprar o negociar, y en el caso de la ME, a través de acuerdos comerciales entre Estados, o entre Gobiernos y sus instituciones representativas.*

- *La estrategia y diseño de desarrollo del litio en Chile va a depender de cuantos eslabones, grandes o pequeños, se desee y se logre agregar a su cadena de valor. Si solo tenemos el primer eslabón (extracción y proceso), una Empresa Nacional de Litio puede perfectamente realizar la tarea; si se quiere avanzar en otros eslabones se requerirá negociación con otros interesados.*

- *El rendimiento económico del Salar de Atacama alcanzó (2022) los 110MUS\$ por año por Ha (approx). Considerando variaciones en precios y costos, el sector CORFO (55% del Salar) encierra - solo por el litio - una cifra anual - equivalente - entre el 3% y el 6 % del actual PIB anual de Chile. Este sector del Salar y CODELCO: dos grandes colosos de riqueza que Chile debe saber aprovechar.*

- *Chile debe crear pronto un holding, la Corporación Nacional de Minerales Estratégicos (CONAME) dedicada a identificar los minerales con "ventaja estratégica" para Chile a fin de privilegiar, explorar, explotar, comercializar e innovar en los procesos asociados con estos minerales en el país.*

**Muchas gracias**

# MINERALES ESTRATÉGICOS

## Edmundo TULCANAZA

- **Ingeniero Civil de Minas (U. de Chile); Persona Calificada Competente (QP, Ley 20.235); MSc Geospatial Technologies (U. Münster)**
- **Docente invitado por la IU Internationale Hochschule GmbH de Bad Honnef en Renania del Norte - Westfalia, Alemania, a conducir un Seminario en “Gestion de las Ingenierías”, programa para los estudiantes del MSc en Ingeniería Industrial (2022).**
- **Chairman de CRIRSCO 2013-2015 (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards)**
- **Presidente de la Comisión Minera de Chile 2008-2011 (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras)**
- **Consultor Principal de la VP Desarrollo CODELCO 2006-2011 (Corporación del Cobre de Chile)**
- **Gerente de Recursos y Planes Mineros, CODELCO 1993-2006 (Corporación del Cobre de Chile)**
- **Davy McKee Corp, Senior Mine Consultant, Minerals & Metal Technology Center, San Francisco, USA, 1980-1991**
- **Consultor minero en Perú, Colombia, Brasil, Argentina, Ecuador, USA y Chile, dedicado en los últimos tres años a las aplicaciones de Sensores Remotos y Ecosistemas a los Minerales Estratégicos (2021-2023)**

[edmundotulcanaza.ext@iu.org](mailto:edmundotulcanaza.ext@iu.org)

[edmundotulcanaza@hotmail.com](mailto:edmundotulcanaza@hotmail.com)