



LITIO VERDADES TECNICAS- ECONOMICAS

LITIO EL FUTURO

¿QUE ES EL LITIO?	2
TIPO DE FUENTES DE LITIO.....	2
¿MÉXICO EN DONDE ESTA?.....	4
EL NEGOCIO DEL LITIO.....	6
Producción y Reservas en Minas.....	6
Equivalente de carbonato de litio (“LCE siglas en ingles”)	8
RESUMEN	11

¿QUE ES EL LITIO?

El litio es un mineral que comúnmente no es utilizado en forma pura por la industria. La forma en como comercializan en el mundo empieza por la extracción de un conjunto de minerales, a donde está presente el Litio, y por medio de procesos fisicoquímicos controlados con plantas de refinación del producto son obtenidos, y el objetivo, es incrementar el valor comercial dependiendo de la utilización final.

Los de mayor demanda son:

- Carbonato de litio (Li_2CO_3)
- Hidróxido de litio (LiOH)
- Espodumena ($\text{LiAl}(\text{SiO}_3)$)

La demanda de litio se puede atribuir a la resistencia térmica, el alto rendimiento estándar y las propiedades ligeras únicas que ofrece.

El litio es relativamente abundante en la corteza terrestre, siendo el 25º elemento más rico . Más de 150 minerales contienen litio, en sedimentos sólidos, en aguas geotérmicas, en muchas salmueras continentales y en agua de mar.

TIPO DE FUENTES DE LITIO

El litio se produce actualmente a partir de dos tipos principales de depósitos diferentes: salmueras y roca dura. En las operaciones que explotan los depósitos de salmuera, las salmueras salinas con alto contenido de litio se bombean desde debajo de la superficie. El litio se concentra por evaporación antes de que la salmuera se envíe a las instalaciones de procesamiento para la producción de carbonato o cloruro de litio. El carbonato de litio puede luego tratarse adicionalmente para crear hidróxido de litio.

En las operaciones de roca dura, el mineral se extrae, generalmente de depósitos de pegmatita(roca dura), utilizando técnicas de minería convencionales antes de que se concentre mediante trituración, separación de medios densos y, a veces, flotación para producir un concentrado. El principal mineral que contiene litio en este mineral suele ser la espodumena y, por lo tanto, la mayoría de estas minas producen concentrado de espodumena como producto final.

Minas de roca dura : Los grados típicos se encuentran en el rango de 0.23-1.8% de Li_2O . Encuentran en Australia la mayoría.

Salmueras de litio : Normalmente derivadas de lagos y salares evaporativos. Los salares de Chile y Argentina, tienen la mayor concentración de litio en el rango de 680-1,570 ppm. La química de las salmueras salinas es única para cada sitio y puede cambiar drásticamente incluso dentro del mismo salar.

Arcillas de litio : Contienen 0.2-0.6% de Li_2O . Aún no se ha hecho producción a partir de arcillas de litio, aunque varios proyectos están estudiando su potencial.

En promedio requieren entre 1.5 a 2 millones de litros de agua para extraer una tonelada de litio¹.

TIPOS DE DEPÓSITOS DE LITIO



Salmueras continentales	Li (ppm)
Salares en Uyuni, Bolivia; Atacama, Chile; Hombre Muerto, Argentina; Silver Peak, U.S.A.	100 a 2 700
Roca	
Especies minerales con potencial de Li (Espodumena, lepidolita, petalita, zinnwaldita)	2 300 a 18 000
Sedimentos	
Arcillas (Hectorita, jaderita)	200 a 6 000
Salmueras geotermiales	
Imperial Valley, California, U.S.A.	50 a 400
Salmueras de campos petroleros	
Smackover, Texas, USA	60 a 500
Agua de mar	0.17

2

Noviembre de 2020

El litio de las salmueras es rentable, debido a los menores costos de capital en comparación con la extracción de litio de los depósitos de roca dura, y las cuales requieren una mayor cantidad de procesos para poder obtener los diferentes componentes requeridos por la industria.

Hay tres tipos de depósitos de salmuera: continental, geotérmicas y campos petrolíferos. La forma más común de salmuera que contiene litio es la cuencas continentales del desierto salino (también conocidos como los lagos de sal, salinas o salares). Están ubicados cerca de aparatos volcánicos, componen de arena, minerales y agua con altas concentraciones de sales disueltas. El ejemplo de este tipo son los 3,000 kilómetros cuadrados del Salar de Atacama, en Chile, que contiene una concentración de litio promedio de alrededor de un 0.14 por ciento (los más altos conocidos) los recursos de litio se estiman en 6.3 millones de Toneladas. El cual existen depósitos de salmueras generados por filtraciones de agua que provienen del subsuelo de la Cordillera de los Andes².

Proceso Productivo LITIO



Procesos realizados total o parcialmente en: Salar de Atacama y Salar del Carmen.

¹ Agua Requerida para 1 tonelada de litio <https://www.pnnewswire.com/news-releases/china-and-australia-to-lead-production-in-global-lithium-mining-market-in-the-foreseeable-future-says-fairfield-market-research-301377140.html>

² Método de extracción del Litio <https://youtu.be/ZYUoiUOges0>

¿MÉXICO EN DONDE ESTA?

En Mexico los depósitos investigados hasta el momento, están en pegmatita (Roca Dura) y en sedimentarios de arcillas, y esto de acuerdo con la información del Servicio Geológico de Mexico³. Para poder llevar acabo la explotación de minas subterráneas o cielo abierto deberá ser bajo los métodos tradicionales de la minería adaptados a investigación de la obtención de los derivados que el mercado requiere. Esto incrementara los costos, comparado con el de tipo de salmuera u otros, al no tener la experiencia comparada con otros países.

ASIGNACIONES MINERAS DEL SGM



NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE DEPÓSITO	RECURSOS		RESERVAS		SUPERFICIE (MILES DE HECTÁREAS)	ESTATUS
			MILLONES DE TONELADAS	LITIO (ppm)	TONELAJE	LEY Li (ppm)		
Alondra SGM	Teocaltiche y Jalostotitlán, Jalisco	Sedimentos	380	250 – 1 600			49.0	Título en trámite
Los Aros, SGM	Agua Prieta, Sonora	Sedimentos	300	150 - 311			12.9	Título en trámite
Los Picos, SGM	Nogales, Sonora	Sedimentos	300	199 – 1 400			11.0	Título en trámite
Tlaxcuapan SGM	Piaxtla, Puebla	Salmuera y roca		250 a 3 281			1.9	Título en trámite
La Ventana (Bacanora)	Bacadéhuachi, Sonora	Sedimentos 1 500 ppm	800	2 650	243 Mt	3 480	87.1	Concesión minera vigente

PROYECTOS EN ETAPAS INICIALES DE ESTUDIO

DIRECCIÓN GENERAL

La concentración de litio en pegmatitas es considerablemente más alta que en las salmueras de tal manera que depósitos con valores extremadamente altos de litio pueden todavía ser económicamente viables. La producción de otros recursos, como el estaño y el tantalio, puede ayudar a compensar los costos de procesamiento.

En Mexico en la mina de Bacadehuachi, Sonora, la más avanzada en cuanto a entrar a una fase explotación; encontraron al hacer la exploración de la formación, y de acuerdo con estudios de diferentes pozos perforados, una calidad de alrededor de 0.348% de litio, casi el doble comparado con Chile⁴.

En este estudio de factibilidad en el 2018, realizado por Bacanora Lithium, para un área de 100,000 hectáreas en Sonora; dio como resultado que la inversiones requerida seria de alrededor de 800 millones de dólares para la explotación en dos fases (valor al 2021 son 840 millones), y un costo de producción de carbonato de litio alrededor de 4,000 dólares por tonelada (4,200 al 2021). La producción esperada en una primera fase de 17,500 toneladas y llegar a un máximo de 35,000 toneladas, y con una TIR del 21% después de impuestos.

En Mayo de 2021⁵, mostraron resultados con una planta piloto en fase de pruebas, y lleva 4 años operando. El proceso en general empieza por la extracción en cielo abierto de roca dura triturando, realizan un tostado , reacciones fisicoquímicas, evaporación de

³ Presentación de SGM noviembre del 2020 http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/PRESENTA_LITIO_MEXICO_AIMMGMNov2020_Corregida.pdf

⁴ Estudio de bacanora sonora porcentaje de litio <https://www.bacanoralithium.com/pdfs/bacanora-fs-technical-report-25-01-2018.pdf>

⁵ Presentación actualizada en mayo del 2021. <https://www.bacanoralithium.com/pdfs/bacanora-company-presentation-may-2021.pdf>

líquidos, y envió a la planta refinadora de productos, para sacar el carbonato de litio por el momento como producto final. Están en una fase de prueba para obtener hidróxido de litio, terminando esta prueba, expandiría a nivel industrial para la primera fase del proyecto de 17,500 toneladas anuales. El proceso esta realizando en formaciones con arcillas.

A los precios del mercado actuales para el carbonato de litio, si estuviera operando a nivel industrial, tendrían una venta de 250 a 300 millones de dólares. Pero todo lo anterior, depende del éxito, en el bajar el riesgo geológico; al ir explotando la mina, y conocer al yacimiento.

EL NEGOCIO DEL LITIO.

El negocio del litio, no está en la roca que lo contiene, está en los productos que resultan de la transformación para su comercialización.

Existen dos formas de dar el seguimiento a la demanda de litio, una referente a la producción en minas y reservas, y la otra a la variedad de compuestos de litio, por lo que es común referirse al contenido de litio en términos de equivalente de carbonato de litio ("LCE siglas en inglés").

El carbonato de litio es el compuesto de litio más ampliamente producido y consumido, seguido de los concentrados de minerales de litio y luego el hidróxido de litio y el bromuro de litio.

Según el área de recursos y energía⁶ de Australia, en su reporte de Junio, indica que en el mundo entre el 46% de la producción mundial, es utilizado para la construcción de baterías (Carros eléctricos, celulares entre otras) , 26% en cerámica y vidrio, 11% en grasas e polímeros, 4% en polvos industriales, 2% en sector de aires acondicionados y 11% en otros.

Producción y Reservas en Minas.

Esto refiere a la explotación de la energía primaria no renovables, y es por medio de la obtención de los minerales necesarios para dar lugar a productos finales que se comercializan y cotizan en los mercados.

En 2020, los precios del metal (99.9% de litio) en China disminuyeron de aproximadamente 83,000 dólares por tonelada a principios de año a alrededor de 71,000 por tonelada en noviembre.

Datos de USGS de estados unidos en 2020, la producción en minas fue de la siguiente forma : Cinco operaciones mineras en Australia, Dos operaciones de salmuera en Argentina y Chile, y Dos operaciones de salmuera y Una de minerales en China representaron la mayor parte de la producción mundial de litio.

La seguridad del suministro de litio se ha convertido en una prioridad para las empresas de tecnología de Estados Unidos y Asia. Se continuaron estableciendo alianzas estratégicas y empresas conjuntas entre empresas de tecnología y empresas de exploración para garantizar un suministro confiable y diversificado de litio para proveedores de baterías y fabricantes de vehículos.

Las fuentes de litio continúan desarrollando en diferentes países, y de acuerdo del topo de fuente en :

Salmuera : Argentina, Bolivia, Chile, China y Estados Unidos;

⁶ Recursos y Energía de Australia <https://publications.industry.gov.au/publications/resourcesandenergyquarterlyjune2021/documents/Resources-and-Energy-Quarterly-June-2021-Lithium.pdf>

Roca Dura :Australia, Austria, Brasil, Canadá, China, Congo (Kinshasa), Chequia, Finlandia, Alemania, Malí, Namibia, Perú, Portugal, Serbia, España y Zimbabwe;

Arcilla: México y Estados Unidos.

En 2020 la producción total por fuentes de litio fue de 82 mil toneladas, siendo Australia con un 49% del total registrado por parte de USGS, y el de mayor reservas Chile con 9,2 Millones de toneladas. El mundo de acuerdo con las reservas actuales podría tener entre 200 a 250 años de extracción al ritmo actual, pero al aumentar la demanda, espera que esto pueda reducir cuando al menos en un entre 100 a 150 años.

	Producción en Toneladas anuales		Reservas en Toneladas	Años de acuerdo con Producción Actual
	2019	2020 Est.		
Chile	19,300	18,000	9,200,000	511
Australia	45,000	40,000	4,700,000	118
Otros países	N/A	N/A	2,100,000	N/A
Argentina	6,300	6,200	1,900,000	306
China	10,800	14,000	1,500,000	107
Estados Unidos	N/A	N/A	750,000	N/A
Canadá	200	N/A	530,000	N/A
Zimbabue	1,200	1,200	220,000	183
Brasil	2,400	1,900	95,000	50
Portugal	900	900	60,000	67
Total mundial (redondeado)	86,100	82,200	21,055,000	256

Fuente: USG de EUA a enero del 2021

Los recursos que están bajo análisis, y que existen, la probabilidad de ser explotados previa certificación, son en los siguientes lugares:

Rango	País	Recursos Probables por Certificar en Millones de Toneladas
1	Bolivia	21.00
2	Argentina	19.30
3	Chile	9.60
4	EUA	7.90
5	Australia	6.40
6	China	5.10
7	Congo	3.00
8	Canadá	2.90
9	Alemania	2.70
10	México	1.70
11	Chequia	1.30
12	Serbia	1.20
13	Perú	0.80
14	Mali	0.70
15	Zimbabue	0.50
16	Brasil	0.47
17	España	0.30
18	Portugal	0.27
19	Ghana	0.09
20	Austria	0.05
21	Finlandia	0.05
22	Kazajstán	0.05
23	Namibia	0.05
	Total Mundial	85.43

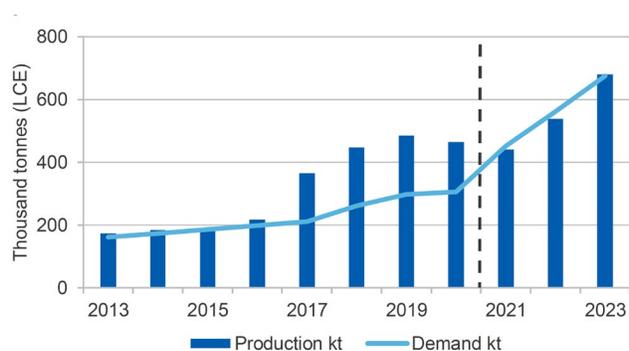
Fuente: USG de EUA a enero del 2021

Este nivel de recursos, acuerdo a la producción actual daría entre 900 a 1,000 años de explotación, en el caso de confirmar en su totalidad los datos de la tabla anterior.

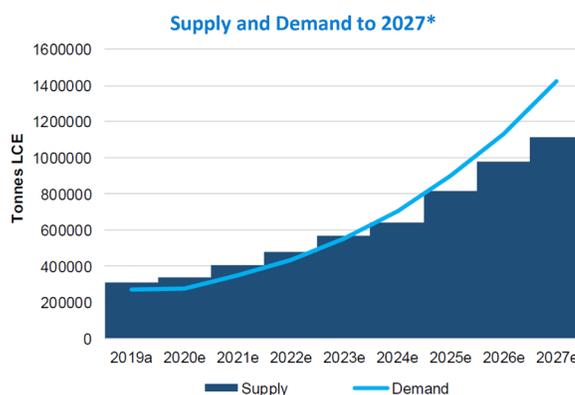
Equivalente de carbonato de litio ("LCE siglas en ingles")

Una vez establecido que tienes potencial de extracción, y tienes definido el tipo de fuente que tienes para esto, es importante identificar, a cual tipo de mercado inclinaras los diferentes compuesto en que se encuentra el litio.

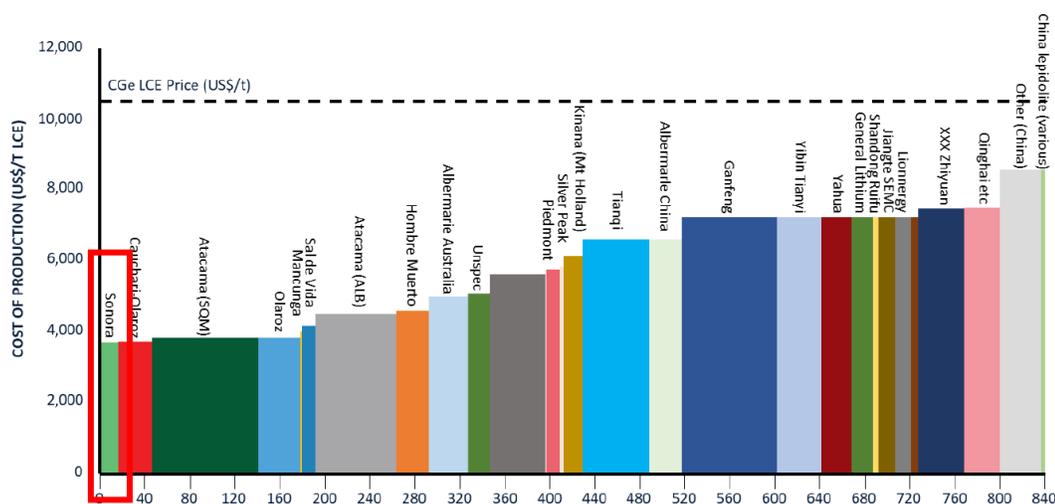
El mercado actualmente está identificado por el total de compuestos posibles del litio, y a donde la demanda actual a según Resources and Energy de Australia⁷ en su reporte del segundo semestre, indican que : La producción en 2021, pronostica en 441,000 toneladas LCE, mientras que la producción 2022 de 538,000 y 679.000 toneladas para 2023. En esta etapa, la oferta puede no cubrir la demanda a menos que las operaciones de mina y salmuera se amplíen más allá de las proyecciones iniciales.



Source: Roskill (2021); BloombergNEF (2021); Department of Industry, Science, Energy and Resources (2021)



LCE cost curve 2025

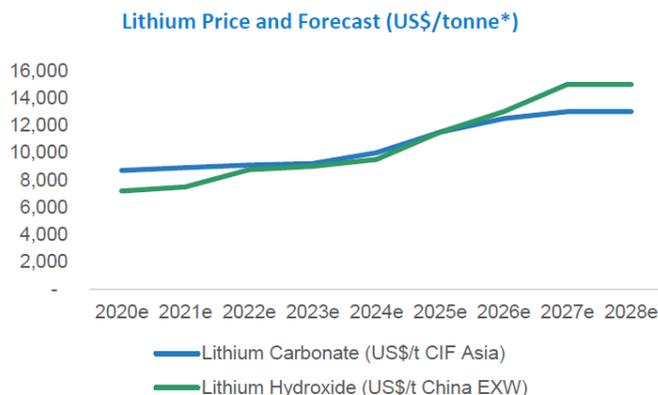


Source: (*Canaccord November 2020, BCN 43-101)

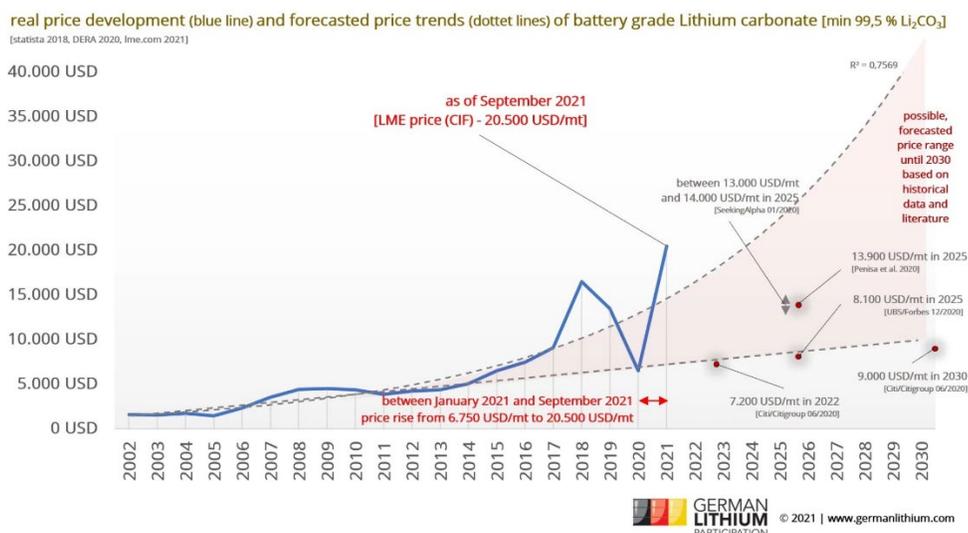
⁷ Recursos y Energía de Australia <https://publications.industry.gov.au/publications/resourcesandenergyquarterlyjune2021/documents/Resources-and-Energy-Quarterly-June-2021-Lithium.pdf>

En términos de tipo, el mercado mundial de la minería de litio está dominado por el carbonato de litio. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología de baterías está aumentando la demanda de hidróxido de litio, que se espera que represente una mayor participación del mercado en 2025.

El Precio del litio de acuerdo con presentación realizada por la empresa Bacarona, indica que el hidróxido de litio, el usado para las baterías incrementara el costo por arriba del carbonato.



El carbonato de litio incrementara el precio a según incremente la demanda de carros eléctricos. La figura⁸ muestra el desarrollo del precio del carbonato de litio basado en datos históricos / actuales entre 2002 y 2021. También se muestra un pronóstico de rango de precios sobre la base de diferentes fuentes hasta 2030 en dólares por tonelada de carbonato de litio de grado de batería. Sobre la base de la interpolación de datos históricos más allá de 2021, se pueden asumir precios máximos de al menos hasta 40,000 mil dólares por tonelada de carbonato de litio de grado de batería. Los cálculos más conservadores de Citi / Citigroup, por otro lado, asumen precios de alrededor de USD 9.000 por tonelada de carbonato de litio de grado de batería para 2030. Esto muestra la alta volatilidad del precio del carbonato de litio, que se debe en particular al desarrollo de la electromovilidad, el futuro principal comprador de carbonato de litio, que solo se puede predecir con un alto grado de incertidumbre.



⁸ Germanlithium información <https://germanlithium.com/language/en/>

Según el área de recursos y energía⁹ de Australia, en su reporte de Junio, indica que en el mundo entre el 46% de la producción mundial, es utilizado para la construcción de baterías (Carros eléctricos, celulares entre otras) , 26% en cerámica y vidrio, 11% en grasas e polímeros, 4% en polvos industriales, 2% en sector de aires acondicionados y 11% en otros.

La cadena de litio, no solo esta en la extracción, hay varias que integran en el total del mercado, y esperan su crecimiento en cuanto a inversión en cada sector. En la tabla la expectativa del valor de cada sector al 2025 en el mundo en miles de millones de dólares, en el mercado de baterías para carros eléctricos:

<i>Cadena de Valor de Baterías de Litio</i>	<i>Miles de Millones de Dólares</i>
<i>Extracción</i>	26
<i>Plantas/Procesos de Refinado</i>	63
<i>Precursores para baterías</i>	385
<i>Producción de Celdas de Baterías</i>	550
<i>Producción de Baterías</i>	1,680
<i>TOTAL</i>	2,704

Fuente: Resources and Energy Quarterly **June 2021** de Australia

RESUMEN

- **El negocio del litio no está en la extracción**, está en los productos que salen de las reacciones fisicoquímicas, realizadas por diferentes procesos, y en función del tipo de fuente del litio.
- Actualmente en **Mexico, no existe una mina que este en fase de explotación**, solo hay en piloto (inicio estudios en 2010), y el resto está en exploración-evaluación por ciertas manifestaciones observadas, a las cuales deberán invertir para poder certificar las reservas.
- **La mina que tiene un estudio de factibilidad de la empresa Bacarona, está en sedimentos con arcilla**, y en fase de prueba piloto. Confirmado a según los reportes de SGM y USGS de EUA¹⁰.
- Actualmente **Mexico está en fase exploratoria respecto a litio**, y que existe son manifestaciones, a las cuales deberán invertir para poder certificar las reservas.
- **Asia-Pacífico actualmente producen la mayor cantidad de toneladas para la extracción de litio**, pudiendo cambiar esto en el paso del tiempo, siempre y cuando Bolivia, realice la explotación en conjunto con Argentina y Chile.
- Los proyectos actuales de **roca dura requieren un promedio de 3 a 4 años de gastos de capital antes de la producción** y una vida útil promedio de la mina de 16 años. Los proyectos de **salmuera requieren un promedio de 5 años o más de gastos de capital** antes de la producción, pero disfrutan de una vida útil más larga de 30 años.
- Los procesos de explotación en **yacimientos del tipo salares, fluctúa la obtención entre 12 a 18 meses para producir**, la obtención del carbonato de litio, derivado principalmente por la espera del secado de los minerales.
- **Un proyecto de extracción de litio y su procesamiento de productos, puede durar entre 5 a 7 años poner a producir en fase industrial**, el cual incluye desde la planeación, estudios, exploración, y construcción de infraestructura.
- Actualmente en **México, no hay concesiones directa sobre la minera por litio**, lo que existen concesiones sobre otros minerales, incluyendo al litio.
- **SGM, está explorando en los estados de Zacatecas, Puebla, San Luis Potosí, Michoacán, Chihuahua y Sonora**. Los resultados hasta el momento están por debajo de los obtenidos en el yacimiento de Bacadehuachi, el cual hasta el

¹⁰ USGS reporte 2021 minerales <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>

momento es el único que cumple con todos los requerimientos técnicos e económicos para su explotación.

- **Vale la pena nacionalizar, a un mineral que hasta el momento no conocemos.**

El éxito de la nueva empresa dependerá de contar con un presupuesto propio e independiente, y al ser una empresa estatal para tener acceso a tecnología, deberá licitar en forma pública, pudiendo incrementar los tiempos para poner a explotar la mina; antes los cambios de demanda tan abruptos del mercado de litio, que se esperan en el mediano a largo plazo, por el incremento en la demanda para su uso de baterías de carros eléctricos.