

- [Inicio](#)
- [BLOG \(2018 – 2022\)](#)
- [Publicaciones](#)
 - [por Año](#)
 - [por Temas de Investigación](#)
 - [Google Académico](#)
- [Academia](#)
 - [Tesis dirigidas](#)
 - [Seminarios, conferencias y otros eventos](#)
- [I-D Patrocinada](#)
- [Videos](#)
- [Galería](#)

Litio de Sonora: discrepancias iniciales sobre su costeabilidad

Litio de Sonora: discrepancias iniciales sobre su costeabilidad

Jordy Micheli, Ernesto Mendoza, Mónica Santillán (05/09/2022)

El texto original se encuentra en la revista digital *Energía a Debate*, en la siguiente dirección: <https://energiaadebate.com/litio-de-sonora-discrepancias-iniciales-sobre-su-costeabilidad/>

Los mercados más importantes para el litio son los de las baterías para dispositivos electrónicos y para automóviles eléctricos y es por ello que la demanda del recurso primario se focaliza en los compuestos de litio requeridos por esas

industrias, principalmente carbonato e hidróxido de litio. Ambos compuestos son empleados para los cátodos que componen las baterías de ion litio (BiL)[\[1\]](#). Sin embargo, para ser comercializados se requiere que ambos alcancen un nivel de pureza de 99 grados, un nivel de concentración que se conoce como “grado batería”.

Existen varios procesos químicos para la obtención de estos compuestos, dependiendo de la forma en que se encuentre el litio: puede ser en salmueras (disuelto en agua junto a otros elementos), en roca dura y roca sedimentada (minerales sólidos).

La forma en que se puede encontrar el litio explica las diferencias entre los yacimientos o depósitos en los que se ubica el elemento. Los más conocidos son las salmueras continentales que conforman el Triángulo del litio (Argentina, Bolivia y Chile); el mineral de roca dura o pegmatitas, en yacimientos de Brasil, China y Australia, y los depósitos de roca sedimentaria, que son los que predominan en México y los Estados Unidos en forma de arcilla. En la actualidad, los yacimientos que explican la mayor parte de los recursos de litio identificados son las salmueras y las rocas pegmatitas. El primer depósito representa el 66 por ciento; el segundo un 26 por ciento, y las rocas sedimentarias tan solo un 8 por ciento. Hoy en día, únicamente los dos primeros son las fuentes de producción significativas a nivel mundial. Sin embargo, algunas compañías están proyectando la explotación de litio en arcilla. Este es el caso de American Lithium y Noram Ventures en Nevada, Estados Unidos, y Bacanora Lithium en Sonora, México.

Una de las peculiaridades más importantes del mercado del litio tiene que ver con las diferencias geológicas y ambientales entre los depósitos mencionados y, por lo tanto, la diversidad de los requerimientos técnicos para su extracción. Por ejemplo, el litio ubicado en las salmueras tiene la ventaja de encontrarse de manera natural en una

solución disuelta en agua, por lo que el proceso de extracción depende de un proceso químico de evaporación y decantación. Sin embargo, el litio ubicado en depósitos de roca sedimentaria requiere de un procesamiento previo, característico de la industria minera, para separar el elemento deseado del resto del mineral y posteriormente filtrarlo en una solución (lixiviación), a partir de la cual se puede realizar la evaporación y la decantación que se emplea en las salmueras. A lo anterior hay que añadir que los procedimientos técnicos pueden variar incluso entre un mismo tipo de depósito, pues los niveles de concentración de litio y de otros elementos que lo acompañan (como magnesio, boro, potasio, etc.) y las condiciones ambientales requeridas para la obtención pueden ser distintas incluso en el mismo territorio.

En México, el Servicio Geológico Mexicano (SGM) ha reportado algunas ocurrencias con poca concentración en los estados de Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí, Oaxaca, Puebla, Coahuila y Sonora, como se advierte en la Figura 1

Figura 1: Figura 1. Manifestaciones de litio de acuerdo con el reporte presentado por la Directora del Servicio Geológico Nacional



Fuente: Flor de María Harp Iturribarría en noviembre de 2020[2].

Por el momento, los niveles de concentración de litio no favorecen la viabilidad económica en la mayoría de las manifestaciones detectadas (en los tres tipos de depósitos descritos párrafos más arriba) por el SGM. De las manifestaciones de litio que se pueden ver en la Figura 2, sólo un yacimiento presenta niveles de concentración ideales para su explotación: el depósito de La Ventana, en el municipio de Bacadéhuachi, Sonora, concesionado a la compañía británica Bacanora Lithium, la cual se ha asociado recientemente con la empresa minera china Ganfeng Lithium, la japonesa Hanwa y el fondo de inversión multinacional RK Mine Finance.

Figura 2. Niveles de concentración de algunas manifestaciones en unidades por millón.



NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE DEPÓSITO	RECURSOS		RESERVAS		SUSTANCIA (MILES DE TONELADAS)	ESTATUS
			MILLONES DE TONELADAS	LITIO (ppm)	TONELAJE	LEY (g/t)		
Abundia SGM	Tecolote y Sanandreas, Jalisco	Sedimentos	380	250 - 1 600			49.0	Título en trámite
Los Anos SGM	Agua Prieta, Sonora	Sedimentos	300	190 - 311			12.9	Título en trámite
Los Pinos SGM	Nogales, Sonora	Sedimentos	300	199 - 1 400			11.0	Título en trámite
Tlacuapam SGM	Playita, Puebla	Salmuera y roca		250 a 3 200			1.9	Título en trámite
La Ventana (Bacanora)	Bacadéhuachi, Sonora	Sedimentos 1 500 ppm	800	2 690	243 Mt	3 480	87.1	Concesión minera vigente

PROYECTOS EN ETAPAS INICIALES DE ESTUDIO

Fuente: Servicio Geológico Mexicano, 2020.

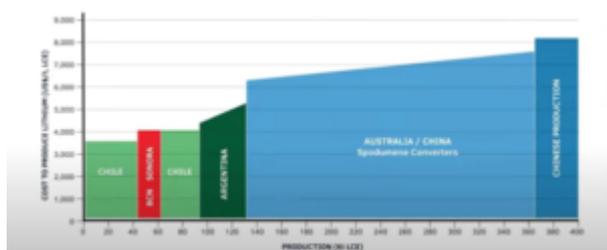
Dicho yacimiento cuenta con un mayor avance en su exploración y, de hecho, Bacanora Lithium ya ha comenzado a realizar pruebas piloto en Hermosillo, Sonora, del proceso industrial que implementará en la Ventana [3]. Asimismo, en su último reporte financiero la empresa ha anunciado el inicio de operaciones en 2024 [4]. El estudio de factibilidad realizado por la compañía describe en detalle las características de este depósito que se encuentra en roca sedimentaria (arcilla), el proceso de extracción, los montos de inversión requeridos, los costos de operación, así como las ganancias estimadas. En

este texto se puede conocer la operación que se llevará a cabo para extraer el litio de arcilla. Algo novedoso, pues, como se ha mencionado anteriormente, al momento no se ha comercializado litio procedente de este tipo de depósito. En resumen, el procedimiento requiere de tres etapas que combinan las técnicas llevadas a cabo por la industria minera para separar al elemento deseado del mineral en que se encuentra y un procesamiento técnico de evaporación y decantación propio de la industria química. A diferencia de los salares localizados en Sudamérica, donde el elemento se encuentra disuelto en agua, el yacimiento de La Ventana comenzará su explotación a partir de minería a cielo abierto para extraer la arcilla que contiene litio y potasio (el otro elemento que será comercializado por la compañía y que es empleado en la industria de fertilizantes). El segundo paso consiste en un tratamiento de separación de los elementos no deseados en la arcilla, por medio de un proceso de molienda y briqueteado. Las piezas sólidas o briquetas que se obtienen de la molienda se someten a una técnica de tostado que emplea sulfato de sodio, yeso y piedra caliza, a una temperatura de 900 °C. De lo anterior se obtiene sulfato de litio que es soluble en agua, es decir agua ácida cargada de metal conocida en inglés como Pregnant Leach Solution (pls). Por último, las impurezas del pls son eliminadas mediante precipitación e intercambio iónico antes de la evaporación y precipitación del carbonato de litio de grado de batería[5].

Debido a que el procedimiento descrito implica labores de minería para conseguir un pls similar al que se encuentra naturalmente en los salares, Flor de María Harp, directora del SGM, en coincidencia con especialistas mineros en México, ha declarado que la extracción de carbonato de litio a partir de arcilla requiere de una inversión mayor a la de otros yacimientos en el mundo. Ella destaca sobre todo los altos costos en el proceso de tostado, por el uso considerable de energía para conseguir las temperaturas necesarias en el tratamiento. Sin embargo, si se revisan los datos aportados

por Bacanora Lithium respecto de la inversión necesaria para comenzar a extraer carbonato de litio (420 millones de dólares para la primera etapa) advertimos una estimación que parece discrepante. De acuerdo con el texto citado y las declaraciones de Eric Carter, director del proyecto Bacanora Lithium, la obtención de carbonato de litio a partir de arcilla no implica mayores costos de inversión y operación, en comparación con otros proyectos públicos y privados a nivel mundial que operan en salmueras y mineral de roca. Sus estimaciones se basan en su propio estudio de factibilidad y en los datos aportados por la empresa global de banca de inversión canadiense Cannacord que coloca al proyecto de Sonora entre los más baratos del mundo [6], como se advierte en la Figura 3

Figura 3. Curva de costos globales de producción de carbonato de litio (lce) en miles de toneladas.



Fuente: Cannacord Genuity, *EV Materials Initiation of coverage*, oct. 2021, p.3.

Los datos presentados en la figura 3 representan una opinión distinta a las afirmaciones sobre la incosteabilidad de explotar el litio en arcilla, uno de los argumentos más escuchados sobre la baja potencialidad de los yacimientos localizados en suelo mexicano. De hecho, resulta significativo el dato de que costos en Sonora se encuentren por debajo de las operaciones chino-australianas, las cuales aportan 49% de la producción mundial.

Es verdad que los datos proceden de las estimaciones realizadas por la propia Bacanora Lithium, pero es importante

considerar que el estudio de factibilidad realizado por encargo de la empresa concluye que el depósito sonoreense es económicamente viable para extraer 17,500 toneladas lce al año, en una primera fase de cuatro años, y 35,000 toneladas, en una segunda etapa de quince años, con una renta estimada de 225 millones de dólares anuales. Además, no deben subestimarse los avances en las pruebas piloto que ya se están realizando en Hermosillo, Sonora. Sin embargo, todavía contamos con información incierta sobre los costos que involucraría la extracción de lce en roca sedimentada, pues no tenemos referentes de otras experiencias que nos sirvan de guía y las declaraciones de la directora del SGM no concuerdan con las estadísticas presentadas por Bacanora y Cannacord.

Este es un punto que será dilucidado a partir de la puesta en operación del proyecto nacional de industrialización del litio, con mayores y mejores estimaciones y capacidades técnicas.

[\[1\]](#) El principio de una BiL se basa en el movimiento de iones de litio entre los dos electrodos: un cátodo (polo positivo, que contiene algún compuesto de litio) y un ánodo (polo negativo, fabricado más frecuentemente de grafito y cobalto). Este movimiento es conocido como proceso de descarga y es facilitado por un electrolito en estado líquido, que proporciona las vías para el movimiento de iones. El cátodo determina el voltaje y la capacidad de la batería. Adicionalmente, la batería utiliza un elemento llamado separador, el cual consiste en una membrana porosa que permite la transferencia de iones de litio y evita el contacto físico entre los electrodos para impedir cortocircuitos. A la integración de cátodo, ánodo, electrolito y separador se le conoce como “celda de batería”; a la agrupación de varias celdas se le llama “módulo”, y a la agrupación de varios

módulos dentro del vehículo eléctrico se le denomina “paquete”. Éste último incorpora una carcasa, sistemas de refrigeración y conectores (Sharova, V., P. Wolff, B. Konersmann, F. Ferstl, R. Stanek y M. Hackmann, 2020, “Evaluation of Lithium-Ion Battery Cell Value Chain”. *Working Paper Forschungsförderung*, No. 168 y Cheng, X.-B., C.-Z. Zhao, Y.-X. Yao, H. Liu y Q. Zhang, 2019, “Recent Advances in Energy Chemistry between Solid-State Electrolyte and Safe Lithium-Metal Anodes”. *Chem*, 5(1), 74-96)

[2] En sgm, *Depósitos de litio en México*, noviembre 2020 p. 4, Disponible en www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/PRESENTA_LITIO_MEXICO_AIMMGM_Nov2020_Corregida.pdf

[3] https://bacanoralithium.com/sonora_lithium_project/pilot_plant.aspx consultado el 30 de mayo de 2022.

[4] Bacanora Lithium Plc, *Anual Report and Financial Statements*, Dic. 31, 2021, p. 3, disponible en https://bacanoralithium.com/investors/documents/financial_statements_interim_reports

[5] Todos los detalles sobre la obtención de carbonato de litio en el proyecto de Sonora en Bacanora Lithium and Ausenco Services, “Recovery Methods”, en *Technical Report on The Feasibility Study for The Sonora Lithium Project, Mexico*, December 12, 2017-january, 2018, p. 158. Sobre los procesos tecnológicos para la obtención de compuestos de litio en general puede verse Ulrich Wietelman and Martin Steinbild, “Lithium and Lithium Compunds” en *Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry*, vol. 21, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2002, pp. 339-366.

[6] La presentación de Eric Carter y las declaraciones de Rosa de María Harp pueden consultarse en *La verdad sobre el litio en México*, conversatorio organizado por la Asociación de

Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, disponible en:

https://www.youtube.com/watch?v=dWwLMV0PL6s&ab_channel=AIMMGMN
acional Consultado el 1 de junio de 2022.

CONTACTO

jordy.micheli@gmail.com

jomicheli@azc.uam.mx

53 18 94 67

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-7654-0842>

 Google Académico

 e/cero
Proyecto Ecosistema

ADMINISTRADOR WEB: Ing. Joel Castán Herrera castan.7@gmail.com