RECURSOS NATURALES PERDIDOS EN EL TERRITORIO DEL LITORAL BOLIVIANO

Ing. Ladislao Javier Rodriguez Gomez

INTRODUCCION

La Guerra del Pacífico (1879-1883) reconfiguró el mapa de Sudamérica tras el desembarco chileno en Antofagasta el 14 de febrero de 1879, gatillado por el cobro boliviano de un impuesto de 10 centavos por quintal de salitre que violaba el Tratado de Límites de 1874.

El conflicto concluyó formalmente con el Tratado de 1904, obligando a Bolivia a ceder a perpetuidad 400 kilómetros de litoral y 120,000 kilómetros cuadrados de territorio en el desierto de Atacama. Más allá del enclaustramiento geográfico, el impacto más devastador a largo plazo fue la pérdida de una región con un potencial minero de escala mundial. Este territorio no solo albergaba el guano y el salitre de la época, sino que contiene los yacimientos de cobre, molibdeno, litio, boro, oro y plata (como Chuquicamata, La Escondida y el Salar de Atacama) que hoy posicionan a Chile como líder minero global y sustentan su economía.

PROVINCIAS GEOLOGICAS DEL LITORAL BOLIVIANO

Una provincia geológica es una región extensa y cartografiable de la superficie de la Tierra que se caracteriza por poseer una historia evolutiva singular, un estilo estructural propio, una determinada sucesión estratigráfica y rasgos geomorfológicos particulares, en este contexto antes de sufrir la pérdida del litoral, Bolivia poseía todas las provincias geológicas (figura 1), las ubicadas en el territorio perdido coinciden con los dominios estructurales determinados por el SERNAGEOMIN, 2003 .



***Figura 1**. Provincias Geológicas de Bolivia y del territorio del litoral*

Características Geológicas de las Provincias del Litoral

- A) **Cordillera de la Costa** (rocas J-K): Cadena montañosa al oeste del país (paralela al Pacífico) constituida por rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivas del Jurásico y Cretácico que registran antiguos arcos magmáticos mesozoicos.
- B) **Depresión Central**: Extensa fosa tectónica o llanura longitudinal situada entre la costa y los Andes, rellenada por sedimentos clásticos, aluviones y cenizas volcánicas del Cenozoico y Cuaternario.
- C) **Precordillera** (Cretácico - Paleógeno): Franja montañosa de altitud intermedia previa a las cumbres andinas, dominada por vulcanismo, intrusivos y deformaciones tectónicas de este periodo de intenso alzamiento.
- D) **Cordillera Principal de Los Andes**: La unidad oriental más elevada y límite fronterizo, formada por un basamento mesozoico cubierto por rocas volcánico-sedimentarias del Neógeno y volcanes activos del Cuaternario.

La cordillera de la Costa y Precordillera de gran importancia por contener depósitos metálicos de magnitud y la cordillera principal por tener al salar de Atacama con grandes recursos de litio.

FRANJAS METALOGENICAS Y YACIMIENTOS DEL LITORAL

Las franjas metalíferas de Chile (figura 2) se estructuran de manera cronoestratigráfica en sentido oeste a este, abarcando desde el Jurásico hasta el Mioceno-Plioceno. Esta configuración se fundamenta en los trabajos de reconocidos geólogos, tales como Francisco Camus (2003) en su obra "Geología de los sistemas pórfidos cupríferos de Chile"; Richard Sillitoe (1976), pionero en postular el modelo de franjas metalogénicas; y Víctor Maksaev (2003), cuyos extensos estudios geo y termocronológicos aportaron las dataciones clave para este ordenamiento.

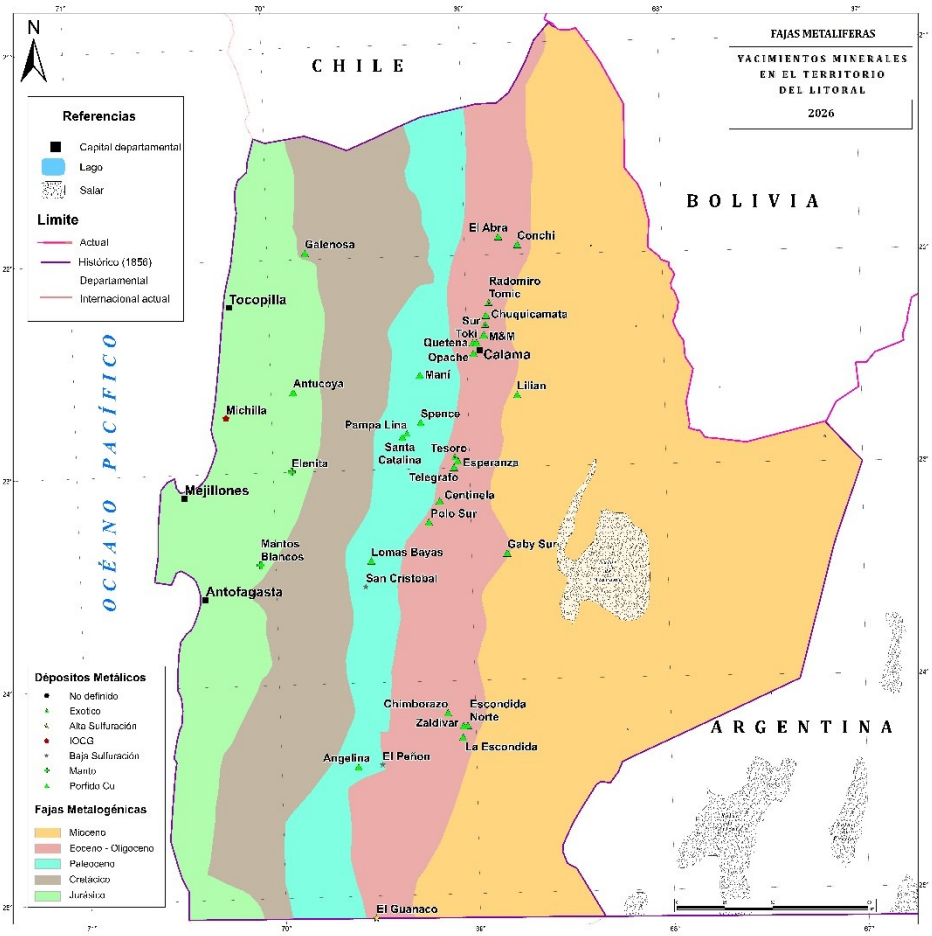


***Figura 2**. Fajas metalíferas del territorio del litoral*

Las franjas Jurásica, Paleocena y Eocena-Oligocena son las más relevantes de la región, ya que albergan yacimientos de tipo IOCG (óxidos de hierro-cobre-oro), depósitos tipo manto de cobre, pórfidos de Cu-Mo (cobre-molibdeno) y sistemas epitermales. Entre ellos se cuentan 35 yacimientos de gran importancia económica y geológica, dentro de los cuales se destacan dos clusters (entendidos como una concentración geográfica densa de múltiples yacimientos minerales o cuerpos de mena que comparten un mismo origen geológico, estructural y temporal): Chuquicamata y La Escondida. Por otra parte, la franja Miocena destaca por albergar importantes recursos de litio en el salar de Atacama, además de una serie de prospectos con un alto potencial para contener depósitos minerales metálicos.

De los 35 yacimientos de importancia presentes en el territorio del litoral (tabla 1), tres de estos se encuentran en el ranking mundial de depósitos de cobre *Thoughtco. 2019, USGS, Visual capitalist.*

Numero	Nombre Yacimiento	Mineral Principal	Categoría Mundial	Numero	Nombre Yacimiento	Metal Principal	Categoría Mundial
1	Angelina	Cu		19	M&M	Cu-Mo	
2	Antucoya	Cu		20	Maní	Cu	
3	Telégrafo	Cu		21	Mina Sur	Cu	
4	Centinela	Cu		22	Opache	Cu	
5	Chimborazo	Cu		23	Polo Sur	Cu	
6	**Chuquicamata**	**Cu-Mo-Au**	**ONCEAVO**	24	**Radomiro Tomic**	**Cu-Mo**	**DECIMO SEXTO**
7	Conchi	Cu-Mo		25	San Cristóbal	Au-Ag-Cu	
8	El Abra	Cu-Mo		26	Santa Catalina	Cu-Mo	
9	El Guanaco	Au-Ag-Cu		27	Spence	Cu-Mo	
10	El Peñón	Au-Ag-Cu		28	Toki	Cu-Mo	
11	Quetena	Cu		29	Zaldívar	Cu-Mo	
12	Elenita	Cu		30	Filomena	Cu	
13	Escondida Norte	Cu		31	Mantos Blancos	Cu	
14	Esperanza	Cu		32	Tesoro	Cu	
15	Gaby	Cu		33	Michilla	Cu	
16	**La Escondida**	**Cu-Mo-Au**	**PRIMERO**	34	Pampa	Cu	
17	Lilian	Cu		35	Galenosa	Cu	
18	Lomas bayas	Cu-Mo					

***Tabla 1**. Yacimientos ubicados en el territorio del litoral*

Los aproximados 4.200 millones de toneladas con leyes de 2,12% a 3,00% Cu (enriquecimiento) / 0,59% Cu (reserva) de La Escondida lo catalogan como el deposito mas grande del mundo y los aproximados 3.800 millones de toneladas (Mt) con leyes de 1,54% Cu (rajo histórico) / 0,71% Cu (reserva subterránea) como el onceavo del mundo.

PRODUCCION Y VALOR DEL COBRE DEL LITORAL BOLIVIANO

La recopilación de información detallada sobre la producción de cobre de las minas más importantes ubicadas en el territorio del litoral permitió realizar una estimación de las toneladas métricas finas (TMF) producidas durante el periodo de 1960 a 2024, según datos de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). Con anterioridad al año inicial de este registro, la producción cuprífera no fue tan relevante y la información disponible resulta escasa e imprecisa.

A lo largo de estos 65 años de actividad de las 11 minas analizadas (tabla 3), el 47,37% del cobre producido en Chile provino del territorio del litoral. Este volumen resulta sumamente relevante desde cualquier punto de vista económico, habiendo sido el factor clave que permitió catalogar a Chile como el primer productor mundial de cobre. Asimismo, destaca que los yacimientos de Chuquicamata, La Escondida y Radomiro Tomic aportaron, por sí solos, el 37,36% de la producción total durante este periodo de 65 años.

Considerando 11 minas ubicas en el territorio del Litoral, cotizaciones promedio anual del cobre y una constante del USD determinada por COCHILCO del año 2012 se realizó la estimación del valor de la producción anual de los años 1960 a 2024 de estas operaciones, obteniéndose una cifra de 435 MM de USD del valor de esta producción de cobre (tabla 2).

***Tabla 2**. Producción de las minas del territorio del Litoral 1960-2024*

MINAS EN EL TERRITORIO DEL LITORAL	PRODUCCION AÑOS 1960-2024 T.M.F.	PRODUCCION en %	VALOR EN USD
Chuquicamata	29.515.235,31	15,58	93.795.586.173,70
Radomiro Tomic	8.170.202,63	4,31	48.426.760.725,42
Gaby	1.935.211,20	1,02	13.717.814.011,12
Escondida	33.091.675,31	17,47	179.023.585.758,75
El Abra	4.350.312,88	2,30	20.961.936.459,51
Zaldívar	3.491.274,96	1,84	18.001.904.966,38
Lomas Bayas	1.764.943,92	0,93	10.463.419.355,83
Michilla	1.158.418,12	0,61	5.174.631.775,50
Spence	3.324.257,00	1,75	24.228.220.759,01
Centinela (Sulfuros)	2.240.623,91	1,18	16.119.515.780,10
Antucoya	698.319,59	0,37	5.101.952.891,26
TOTAL	**89.740.474,83**	**47,37**	**435.015.328.656,58**

PRODUCCION LITORAL BOLIVIANO	**89.740.474,83**	**47,37%**
PRODUCCION RESTO DE CHILE	**99.701.043,40**	**52,63%**
PRODUCCION TOTAL EN CHILE	**189.441.518,22**	**100%**

***Fuente**: Comisión Chilena del Cobre-COCHILCO*

Entre 1960 y 2024, la producción mundial de cobre alcanzó las 753.2 millones de toneladas métricas de fino (TMF). De este total, Chile aportó el 25.20%, y un 11.91% provino del territorio que originalmente conformaba el litoral boliviano (Tabla 3).

***Tabla 3**. Producción chilena, mundial y del territorio del Litoral entre 1960-2024*

PRODUCCION MUNDIAL Y CHILENA DE COBRE DE MINA	PRODUCCION TOTAL 1960 A 2024 TMF
PRODUCCION MUNDIAL TMF	753.202.024,81
PRODUCCION CHILE TMF	189.444.692,64
PORCENTAJE DE PRODUCCION	**%**
Chile Producción Mundial	25,20%
Minas del litoral boliviano	11,91%

***Fuente**: Comisión Chilena del Cobre-COCHILCO; World Metal Statistics, producción mundial*

PRODUCCION DE MOLIBDENO Y ESTIMACION DEL VALOR DE ESTE METAL

Existe información histórica de 28 años de producción de molibdeno de las minas, Chuquicamata y Radomiro Tomic (1997 a 2024) en (Comisión Chilena del Cobre [COCHILCO], 2024), para la estimación del tonelaje producido y su valor se utilizaron cotizaciones anuales promedio y se estimaron por separado concentrados de óxidos de molibdeno, la tabla 4 resume la estimación realizada, el valor de esta producción oscila los 11,2 MM de USD.

SALARES EN TERRITORIO DEL LITORAL

Estudios detallados y presentados por el SERNAGEOMIN, determinaron la presencia de al menos 11 salares de importancia en el territorio del litoral (Figura 3) de relevancia el salar de Atacama por su tamaño y recursos minerales existentes.

***Tabla 4**. Producción y Valor de molibdeno entre 1997-2024*

PRODUCTO	TMF de Mo	Valor en USD
CONCENTRADOS DE Mo	289.254,61	7.978.034.544
OXIDOS DE Mo	119.058,00	3.308.221.841
TOTAL	408.312,61	11.286.256.385

***Fuente**: Comisión Chilena del Cobre-COCHILCO*

***Figura 3**. Salares en el territorio del litoral*



***Fuente**: SERNAGEOMIN "Distribución de salares del norte de Chile", 2023; J. Cabello 2022*

DEPOSITOS DE BORO EN SALARES DEL LITORAL

El boro es un metaloide. Se encuentra en cuencas evaporíticas, genéticamente relacionado con rocas volcánicas ricas en máficos y turmalina, y se presenta en cuerpos lenticulares denominados "barras" que están intercaladas con sedimentos y sales en la parte superficial de las salmueras. El mineral de interés económico es la Ulexita ($NaCaB_5O_9H_2O$).

Tras ser extraído, este mineral se procesa en forma de bórax o ácido bórico, constituyendo un insumo clave para la fabricación de vidrio, fibra de vidrio y esmaltes cerámicos; asimismo, en el sector agrícola se utiliza como un micronutriente esencial en fertilizantes. En los salares, el boro se separa de la salmuera mediante un proceso de extracción por solventes diseñado para purificar el litio, lo que permite aprovechar el boro como un subproducto comercial valioso.

El boro se encuentra disuelto en las salmueras ricas en litio y potasio en el núcleo del salar de Atacama. La concentración promedio es de 0,84 g/l (presente en forma de poli boratos), alcanzando proporciones de aproximadamente el 0,52% al 0,60% en la composición de los solutos de las salmueras naturales, de acuerdo con Chong, G., Pueyo, J. y Demergasso, C. (2000), se estima que en el Salar de Atacama existen recursos de 10 M de Ton de B_2O_3 (oxido de boro).

En un escenario de cotización promedio, estos recursos tendrían un valor bruto referencial en el mercado de aproximadamente US$ 9.000 millones de dólares americanos. Dado que el óxido de boro extraído de las salmueras se procesa comercialmente como ácido bórico de grado técnico con una pureza típica del 99,9%, la cual equivale a un contenido mínimo del 56,25% de B_2O_3 se tomó como referencia el precio spot e industrial del mercado. Para este cálculo, la cotización base utilizada es de US$ 900 por tonelada métrica de ácido bórico de grado comercial/técnico.

DEPOSITOS DE NITRATOS EN TERRITORIO DEL LITORAL

Los depósitos de nitratos en Chile se extienden a lo largo de unos 700 km entre las regiones de Tarapacá y Antofagasta, cubriendo una superficie mayor a los 13.000 km². Según los trabajos de Víctor Mohana Cifuentes (2011) y registros de COSAYACH (2005), la explotación se basaba en la "minería del caliche", una capa de suelo de entre 0,5 y 6 metros de espesor de donde se extraía el salitre, término usado históricamente para referirse a la mezcla natural de Nitrato de Sodio ($NaNO_3$) y Nitrato de Potasio (KNO_3). Particularmente en la región de Antofagasta, la actividad se concentraba en al menos cuatro distritos principales, cuya producción histórica acumulada generó un valor comercial de USD 1.010 millones (tabla 5).

***Tabla 5**. Producción y Valor del Nitrato 1880 a 1930*

Fase de Auge (Años)	Región / Zona	Toneladas Producidas (Est.)	Valor Comercial Acumulado
Auge Inicial (1880–1900)		~16.500.000 t	~US$ 380 millones de la época
Posterior a la guerra y monopolio británico	**Tarapacá**		
	Antofagasta	~5.500.000 t	~US$ 120 millones de la época
Cúspide de la Industria (1901–1918)		~22.000.000 t	~US$ 620 millones de la época
Frenesí de exportación en la 1ra, Guerra Mundial	**Tarapacá**		
	Antofagasta	~15.000.000 t	~US$ 440 millones de la época
Auge Técnico y Declive (1919–1930)		~6.000.000 t	~US$ 180 millones de la época
Innovación EEUU frente a la amenaza sintética	**Tarapacá**		
	Antofagasta	~14.500.000 t	~US$ 430 millones de la época
TOTALES ACUMULADOS	**Tarapacá**	**~44.500.000 t**	**~US$ 1.180 millones**
	Antofagasta	**~35.000.000 t**	**~US$ 1.010 millones**

El mayor auge de este recurso "oro blanco", ocurrió entre 1880 y 1930 debido a su rol global como insumo para la fabricación de fertilizantes y explosivos. La actividad se articuló en torno a las oficinas salitreras, que eran complejos industriales y asentamientos humanos autónomos construidos en medio del desierto de Atacama que operaban como verdaderas "ciudades compañía", controladas en gran parte por capitales británicos.

El impacto del salitre en la economía chilena fue estructural: para 1890 ya representaba el 70% del valor total de las exportaciones del país. En términos financieros, los ingresos por sus embarques crecieron sostenidamente desde USD 6,3 millones en 1880 hasta USD 70 millones en 1928, registrando su pico histórico más alto justo antes de la Primera Guerra Mundial al alcanzar los USD 96 millones, lo que demuestra el rol hegemónico de este mineral.

DEPOSITOS DE LITIO DEL TIPO SALAR Y POTENCIAL DE LA REGION DEL LITORAL

La Figura 3 muestra la ubicación de 11 salares de relevancia en el norte de Chile. Entre ellos, los salares de Tara, Pujsa, Loyoques (Quisquillo), Pajonales y Ascotán presentan concentraciones de litio que varían entre 300 y 640 ppm (Troncoso et al., 2013), lo que los posiciona como potenciales recursos estratégicos para el futuro.

Por otra parte, la producción actual chilena proviene predominantemente del Salar de Atacama. En este yacimiento, la producción de carbonato de litio comenzó en 1984; posteriormente, a partir de 1996, el volumen físico experimentó un crecimiento sostenido que superó las 20.000 toneladas anuales, logrando rebasar la barrera de las 100.000 toneladas al año desde 2021 hasta la fecha. En cuanto al hidróxido de litio, su registro formal inició en 2005 con 1.200 toneladas y alcanzó su máximo histórico en 2024 con 27.800 toneladas. Como se detalla en la Tabla 6, estos 41 años de operaciones continuas en el Salar de Atacama han generado un valor de venta estimado que asciende a los 36.356 millones de dólares (MUSD).

***Tabla 6**. Producción y Valor del litio del salar de Atacama*

Producto Comercial	Producción Física Total Acumulada (Toneladas)	Valor de Venta Total Estimado (Millones de USD)
Carbonato de Litio (Li_2CO_3)	35.485.420 toneladas físicas	31.961,84 millones de USD
Hidróxido de Litio (LiOH)	164.200 toneladas físicas	4.394,40 millones de USD
TOTAL GENERAL	2,099,894 t	36.356,24 millones de USD

***Fuente;** Comisión Chilena del Cobre-COCHILCO (estadísticas minería no metálica); Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI) de Chile*

VALOR DE LOS RECURSOS NATURALES EXPLOTADOS DEL TERRITORIO DEL LITORAL

Desde fines del siglo XIX, la riqueza minera extraída del litoral; compuesta por salitre, boratos, litio y cobre— ha impulsado la economía chilena. Gracias a estos recursos, Chile se posiciona hoy como el primer productor mundial de cobre y un líder en la producción de litio de salar, acumulando un valor económico estimado en 486 mil millones de dólares al 2024 que incluye nitratos y boratos. Históricamente, este territorio fue el motor del país al aportar entre el 30% y el 40% del PIB nacional durante el auge del salitre (1880-1930); en la actualidad, la Región de Antofagasta continúa siendo un eje macroeconómico crucial que genera de forma directa alrededor del 10% del PIB total chileno, impulsado casi en su totalidad por la actividad minera de la zona.

BIBLIOGRAFIA

Bulnes, G. (1911). Historia de la Guerra del Pacífico (Vol. 1). Soc. Impr. y Litografía Universo.

Cabello José, Reservas, recursos y exploración de litio en salares del norte de Chile, Andean Geology 49(2): 297-306 mayo, 2022.

Chong Guillermo, Pueyo Juan, Demergasso Cecilia, Los Yacimientos de boratos de Chile, Rev. Geol. Chile v.27 n.1 jul 2020.

COCHILCO y SERNAGEOMIN, Compilación de informes sobre: mercado internacional del litio, potencial de litio en salares del nor de Chile.

COCHILCO, base de datos de cobre, molibdeno.

Poveda Bonilla Rafael, Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile, Serie; Recursos naturales y desarrollo 195, 2020.

Querejazu Calvo, R. (1979). Guano, salitre, sangre: Historia de la Guerra del Pacífico. Editorial Los Amigos del Libro.

Servicio Nacional de Geología y Minería-SERNAGEOMIN; Mapa Geológico de Chile, versión digital, No.4, escala 1:100000, 2003

Troncoso, R.; Ercilla, O.; Carrasco, R.; Vivallo, W.; 2013. Estudio del Potencial de Litio en Salares del Norte de Chile. Servicio Nacional de Minería

Villalobos, S. (1979). Chile y Perú: La historia de una ilusión. Editorial Universitaria.