

parece una capa delgada. Es una materia que por su olor i color es enteramente parecida a la que se halla mezclada con el salitre nativo de Mejillones, i su aparicion en la superficie, en las inmediaciones de las salitreras, puede echar alguna luz sobre el orijen de estas últimas, si se toman en consideracion la propiedad que tienen las materias terrosas fecales de determinar la nitrificacion por el azoe del aire, i las condiciones peculiares del *yacimiento* (gisement) de estas salitreras.

MINERALOJIA.—Salitrera del Toro i boratera de Maricunga (Copiapó).—Comunicacion a la Facultad de ciencias físicas i matemáticas, por el ingeniero don Enrique Fanseca.

La laguna de Maricunga está situada al noreste de Copiapó, en las vertientes occidentales de los Andes, en una ensenada formada por los cerros del Toro, Azufre i Tres-Cruces. Recibe las aguas de las nieves de estas montañas, en parte por infiltracion i otra en arroyos que descienden los flancos de las prominencias vecinas, figurando en primera escala el rio de Lamas, que nace de la cordillera argentina en el macizo de las Tres-Cruces. Ocupa una elevacion sobre el nivel del mar de 3800 metros próximamente i está completamente encerrada por la formacion volcánica de los Andes de esta localidad, en la cual dominan las traquitas i pómez.

Entre los tres macizos de esta formacion llama de preferencia la atencion el cerro del Toro, situado en la parte chilena de la cordillera i conocida con el nombre de Línea de los Chilenos por su forma característica, que es la de un antiguo cráter roto en cuatro puntos distintos, probablemente para dar paso a las lavas en su época de accion. Me ocuparé preferentemente de él como igualmente de la laguna, por contener el uno los depósitos estratificados de salitre, sal i yeso, i la otra los de *boracita* i sal comun.

EL TORO.—Forma la parte central del macizo que separa la laguna de la quebrada de la Coipa (camino de Puquios, San Andrés, Codoceo i laguna), permitiendo la comunicacion entre ámbos por los portezuelos de Caballo-Muerto, Codoceo i Toro. Entre estos dos últimos se encuentran los contra-

fuertes que contienen las capas sucesivas de salitre descubiertas por don Eulojio Martín i C^a., i los de yeso que separan los anteriores entre sí. Su formación es esclusivamente volcánica i toda la roca que allí se encuentra es traquita, pómez, lavas i mui poca ceniza. El terreno de los contrafuertes salitrosos está interrumpido por *fallas* de norte a sur, que hacen perder la regularidad de continuacion a las capas alternadas de yeso i salitre, i que muestran en partes depósitos de esta última materia que deberian estar bajo el nivel de la laguna i que por causa de estas fallas aparecen a un nivel superior. Tales son las capas de salitre que están inmediatas al grupo primero de las concesiones de boracita situadas en la parte poniente de la laguna.

En los contrafuertes que nacen del Toro i terminan en la laguna, en muchos de ellos i en su base se nota una capa horizontal de sal sin indicio alguno de cristalización, completamente anhidra i de estructura compacta, no chisporrotea en el fuego, por lo cual se la ha creído de mala calidad i no se ha hecho nunca uso de ella.

Lo que hai mas de notable en estos contrafuertes son las alternancias de salitre i yeso. Las peculiaridades de estas materias las describiré separadamente.

SALITRE.—Estructura semi-cristalina; poca consistencia; a veces algo mezclado con mui poca arcilla ferrujinosa, lo que le da un aspecto ocroso; su lei variable desde 20,5 a 99,2 por ciento de materia fina. Las capas mas ricas ocupan la cima de los contrafuertes. En una misma capa la parte mas rica ocupa el centro de la altura; el techo i piso están ocupados por la parte impura, es decir, la mezcla con arcilla i arena ferrujinosa.

YESO.—Estructura fibrosa, i las fibras son perpendiculares a los plomos de yacimiento. El grueso de las capas varia de 0^m50 a algunos metros (2 a 3).

SAL.—La capa que he examinado está en la márjen poniente de la laguna i sus caractéres son los indicados arriba.

Por el conocimiento personal de la cordillera de Atacama, la que he recorrido en cinco puntos distintos en otra tantas escursiones, entre el paralelo de Chañaral i el del Huasco, puedo asegurar que la formación salina tiene un desarrollo sin igual en estas localidades, existiendo en muchos puntos, como en el

portezuelo del Peñon, via Vinchina (Copiapó), capas de sal intercaladas en la estratificación i de mas de 30 metros de espesor; i jeneralmente, las lagunas formadas en estas cordilleras son salinas, como en Maricunga, Laguna-Brava, Pederuales (1), verdaderas fábricas naturales de sal, en las cuales se cristaliza i deposita la sal jema traída en disolucion por los manantiales que atraviesan las montañas que contienen la formación salina antes mencionada. Si a esto se agregan las circunstancias climáticas de estas localidades, que permiten una evaporación rápida, causada por la baja presión atmosférica que allí existe, lo seco del aire, la frecuencia con que se renueva este último agente, o sea, la gran ventilación que allí existe, se comprenderá fácilmente la existencia tan frecuente de *lagunas secas rellenas por materias salinas*. Citaré como un ejemplo de evaporación rápida el hecho siguiente. El 21 de octubre del presente año llegué a la laguna de Maricunga i estaba cubierta en su mayor parte de cinco a seis centímetros de agua; el 24 del mismo mes podía atravesarse en su mayor parte a pié enjuto, de modo que en el espacio de tres días se había evaporado *el agua que la cubria i a mas la que la alimentaba durante la misma época*, pudiendo notarse, a mayor abundamiento, que en la parte central de la laguna existe un cauce con agua corriente de sur a norte que recibe todós los tributarios de esta olla i la alimenta. Este caudal es abundantísimo en la parte sur i puede calcularse allí i en la época a que me refiero en mas de 300 litros por segundo. En la parte central de la laguna ese caudal ya escasea i su corriente disminuye, de modo que en la parte norte forma una napa de poca profundidad i verdadera salmuera saturada, siendo conocido este lugar como un *depósito de sal líquida*, como muchos lo llaman.

Todo esto, en cuanto a la formación salina de las montañas circunvecinas i a sus consecuencias naturales debidas a las corrientes e infiltraciones de agua que los atraviesan para ir en seguida a evaporarse en las ollas que estas mismas montañas forman.

(1) Este punto conocido antes bajo el nombre de la Ola está al norte de la laguna de Maricunga a una distancia de 15 leguas. En él se ha descubierto bórax de la especie bolones; pero no en la abundancia que en Maricunga, ni las demas variedades descubiertas de la misma materia, ni el salitre.

Continuando solo en la montaña el estudio de las materias que encierra, sin continuar en la investigaciones de relacion con la laguna, podemos observar que el salitre ha sido cristalizado en el lugar mismo en donde se le encuentra, lo que se conoce inmediatamente por su aspecto; bien que cristalización confusa, pero ella existe, teniendo mayor fuerza i limpieza hacia la época média de la formacion de cada capa. Su orijen ácuco está evidentemente acusado, el inmediato, por la interposicion regular de las capas de yeso cristalino en masas fibrosas, de fibras normales a los planos de yacimiento. Los estratos se conservan en parte horizontales, i en otras inclinados hácia la laguna de 15 a 20 grados, lo que hace creer un solevantamiento posterior a esta formacion de la parte central del macizo conocido con el nombre de Línea de los Chilenos i que está evidenciado con la existencia del antiguo volcan estinguido, cerro del Toro, i las fallas de norte a sur de que ya he hablado. Es de notar que en los flancos del Toro existen solfataras inactivas i depósitos de alumbre.

Últimamente i después de mi escursion, se han descubierto hácia el poniente de este cerro, i quebrada de por medio con él, depósitos de salitre de igual calidad a los anteriores, pues se encuentran en la misma formacion que los ya descritos; pero no sé si en ellos existe la alternancia con el yeso.

Es de notar que ni en una ni en otra montaña existe boracita, o no se ha descubierto hasta la fecha, ni he oído hablar de que haya algo que se asemeje a los *sulfiones*.

LAGUNA.—Así como en la montaña no hai boracita, tampoco se han encontrado ni indicios de salitre en la laguna; pero sí en ambas existe la sal.

BORACITA.—Esta materia es de orijen esclusivamente volcánico, i no puede provenir sino de algunos de los tres volcanes indicados o de todos ellos; pero no es fácil seguirla en su marcha desde su orijen primero hasta la situacion que actualmente ocupa. Así, solo describiré su situacion i variedades.

SITUACION.—Ocupa en capas horizontales la mayor estension de la laguna, i así como el salitre alterna con el yeso, la boracita alterna con capas de sal cristalina o de marga salina mezclada con pequeñísimas cantidades de boracita. Su situacion está ligada con su riqueza, pues la capa superior, que no existe en

toda la laguna, pero sí en una gran parte de ella, es la mas rica, i las inferiores las mas pobres, como lo manifiestan las escavaciones hechas por don E. Martin i las hechas por don E. Goyenechea, en las cuales se ve la sucesion de capas alternadas de boracita i marga salina. La capa superior, que es la mas rica, existe cubriendo las anteriores en la parte central de la laguna, i nunca está cubierta por las aguas, como sucede con las otras en el principio de la primavera.

Si se atiende a la estension de la laguna, que tiene de 50 a 55 quilómetros de largo por un ancho medio de 10 a 12 i una profundidad acusada como sigue: las márgenes ponientes de la laguna entran en ella con una inclinacion média de 15 a 20 grados, i las del naciente de 6 a 8; así que la inmensidad de los depósitos de boracita i sal son incalculables.

VARIEDADES.—Tres son las principales que pueden establecerse por su aspecto exterior: *bolones*, *harinas* i *masas*.

BOLONES.—Esta variedad es de las dos mas ricas en lei i aparece, como su nombre lo indica, en masas redondas de tamaño variable desde 1 centímetro hasta 20 de diámetro, o mas bien, desde algunos gramos de peso hasta 2 o 3 quilógramos, siendo muy abundantes i ocupando una estension superficial de 3.000,000 de metros cuadrados, en una capa cubierta por otra de sal impura, i cortadas por muchos cauces que dejan libre paso a las aguas corrientes i cuyas márgenes muestran esta capa en muchos quilómetros. El espesor medio de ésta es de 25 centímetros.

HARINAS.—Esta variedad no la conocí en mi escursion a la laguna; ha sido descubierta posteriormente i tiene completamente el aspecto de almidon ordinario de comercio. Sumamente liviana i ocupa lugares vecinos a los en que se halla la anterior.

MASAS.—Ésta es la gran dominadora en la laguna. No está visible por parte alguna en la superficie, i solo en las catas practicadas i en mas de 300 metros de zanjas de reconocimiento, puede reconocerse su existencia. Son capas alternadas con otras de sal i arcilla o mezcla de ambas; es incalculable su cantidad, pues en las catas labradas i en la zanjas, la alternancia varia de 2 a 4, sin que estas obras manifiesten su fin en hondura. Las catas i zanjas tenian una hondura variable de 1 a 2 metros.

SAL.—Este producto es abundantísimo en el cerro como en la

laguna; pero en esta última es en donde debe considerarse con mas atencion, por lo curioso de su formacion, su abundancia i pureza.

Como antes dije, las aguas dulces que provienen del deshielo, se reunen en arroyos que se vierten en la laguna, i otra parte llega a ella por infiltracion. Pero de una manera u otra, pasan siempre por las capas de sal del cerro i las primeras tierras salinas de la laguna, cuya formacion es, por decirlo así, universal en la cordillera atacameña. Cargadas con esta materia en disolucion, se esparcen en la superficie de la laguna, en donde experimentan una evaporacion activísima, produciendo así la saturacion del líquido salino, i en consecuencia, la cristalización de la sal, la que es tanto mas confusa cuanto mas agitadas están las aguas madres, ya por los vientos o por las corrientes propias de alimentacion, i tanto mas perfecta i desarrollada, cuanto más tranquilas están. Así, pues, es lógico encontrar en la parte central de la laguna la sal de estructura cristalina, fina i poco limpia, por la arcilla i arena de las corrientes; i en la parte norte, donde están los *sacaderos*, los bancos anuales de sal limpia i pura i de cristalización desarrollada tienen un grueso de 15 a 20 centímetros, pudiendo contarse, cuando el agua ha desaparecido en esta parte i principiado la estraccion anual, el número de bancos sucesivos separados entre sí por un pequeñísimo lecho de sal terrosa, que a lo sumo tiene 1 centímetro de espesor.

En las escavaciones hechas por don Euliojio Martín a principios de este año, he encontrado cristales de sal formados últimamente de 1 a 1,5 centímetros de lodo, hermosos cubos completamente blancos.

ABUNDANCIA DE LAS MATERIAS.—Consideraré separadamente la abundancia de la boracita, salitre i sal, debiendo prevenir que mis cálculos pecarán por defecto i jamás por exceso en estas avaluaciones.

BORACITA.—Tomaré separadamente las tres variedades.

BOLONES.—La capa que contiene esta variedad tiene una superficie de 3.000,000 de metros cuadrados i un espesor de materia aprovechable de 0,25 centímetros, lo que da un volumen de 750,000 metros cúbicos. La densidad de la boracita de esta clase es 1,9 lo que da como resultado en toneladas de materia utilizable la suma de 14.250,000 toneladas.

HARINAS.—Como dije antes, esta variedad ha sido descubierta después de mi viaje a Maricunga, i por consiguiente, no puedo nada mas que describirla.

MASAS.—Esta variedad existe, por decirlo así, en toda la laguna i, según todos los indicios, hasta en sus mayores profundidades. Me limitaré para su avaluacion a la hondura média de las catas reconocidas, que es de 1,25 centímetros de profundidad; i en cuanto a su estension, solo un quinto de la laguna, tomando para hondura de materia aprovechable $\frac{1}{3}$, lo que es corto con relacion a lo que existe. La superficie de la laguna es:

Metros cuadrados.....	500.000,000
Por la hondura de 1,25 centímetros, da en	
cúbicos.....	625.000,000
La densidad aquí es 2, i da en toneladas....	1.350.000,000
Por el coeficiente de aprovechamiento, que	
es $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$, da toneladas aprovechables.....	90.000,000

SALITRE.—Como solo tengo datos para avaluar uno solo de los tres contrafuertes salitrosos del cerro del Toro, me limitaré á él únicamente, lo que dará una idea bastante clara sobre la existencia de esta materia.

El contrafuerte contiene 125.000,000 de metros cúbicos.

Para fijar el coeficiente de aprovechamiento, hai que tomar en cuenta el espesor de los bancos de yeso i la parte de salitre terroso que naturalmente se pierde en la estracion. Así, fijo, pues este coeficiente en un veinte-avo ($\frac{1}{20}$). El volumen aprovechable es, pues, de 6.250,000 metros cúbicos. La densidad de esta materia impura varia de 2 a 2,2; tomando 2 para ella, se tienen 12.500,000 toneladas de materia de una lei variable desde 20,5 hasta 99,2 por ciento.

SAL.—Consideraré únicamente como sal explotable la de los sacaderos de San Andrés i de Maricunga, situados al norte de la laguna i en una estension de 30.000,000 de metros cuadrados. Según todos los informes de las personas que se han ocupado en la estracion de esta materia desde tiempo atrás, el espesor en explotacion es de mas 3 metros sin que se haya encontrado su fin. Así, pues, tomando éste como término prudente de valorizacion, existen disponibles 90.000,000 de metros cúbicos, que con la densidad de 2,25 da en toneladas la suma de 203.500,000 toneladas de sal cristalizada limpia i pura.

CALIDAD DE LAS MATERIAS.—Para formarse una idea clara de esta circunstancia, daré por separado los ensayos i análisis hechos sobre cada materia i sobre cada variedad en particular.

BORACITA EN BOLONES.—Segun el análisis de esta especie practicado por el ingeniero don Juan F. Kerr, director de la fábrica de gas de Copiapó, resulta:

Agua, higrométrica i combinacion.....	51.13
Cal.....	9.69
Cloruro de sodio o sal.....	12.40
Acido bórico.....	25.59
Soda.....	1.39
	<hr/>
Total.....	100.00

La sal es una materia que desaparece por el lavado, i el agua higrométrica desaparece por simple diseccacion a 100 grados centígrados al nivel del mar, i a una temperatura menor en la cordillera. Luego, por estas dos operaciones simples i de poco costo, esta especie puede entregarse al comercio con el contenido siguiente:

Ácido bórico.....	53.6
Cal }.....	23.4
Soda }	
Agua.....	23.0
	<hr/>
Total.....	100.0

La misma materia lavada i calcinada da 69,62 por ciento, mientras el biborato de cal químicamente puro da solo 71,4 por ciento de ácido bórico.

HARINAS.—Segun el mismo químico antes citado, esta variedad contiene:

Agua.....	27.33
Cal.....	17.44
Cloruro de sodio.....	7.19
Insoluble.....	10.69
Ácido sulfúrico.....	12.60
Id. bórico.....	22.45
Soda.....	2.33
	<hr/>
Total.....	100.03

Así, esta materia lavada i calcinada da 34,23 por ciento de ácido bórico.

MASAS.—Esta variedad, analizada por el mismo señor, contiene:

Agua	13.8
Cal.....	15.3
Cloruro de sodio.....	31.6
Insoluble.....	10.3
Ácido sulfúrico.....	9.4
Id. bórico.....	19.6
Indeterminado.....	0.0
Total.....	100.00

Esta misma variedad analizada en Londres, pero de muestras las mas inferiores tomadas espresamente, dió:

Biborato de cal.....	23.7	Acido bórico 16.93
		Cal..... 6.77
Sulfato de cal.....	16.7	
Id. de soda.....	2.3	
Cloruro de sodio.....	17.5	
Insoluble.....	2.2	
Agua.....	37.6	
Total.....	100.00	

Lo que corresponde a 30 por ciento de ácido bórico cristalizado.

Esta misma muestra, una vez lavada i seca, pierde 19,8 por ciento de materias dañosas e inútiles, lo que aumenta correspondientemente la lei de la parte útil.

SALITRE.—Segun ensayos comerciales practicados por el mismo señor, resultan para nueve muestras de otras tantas catas en los contrafuertes salitrosos, las leyes de 60, 20.5, 36, 41, 79, 68, 22, 90 i 99.166 por ciento de salitre fino, cuyo término medio arroja la gran lei média de 57,296 *por ciento*.

Es de notar que la muestra de la última lei da por el análisis:

Soda.....	33.166	} 99.166
Acido nítrico.....	66	
Agua.....	0.3	
Insoluble.....	0.534	
Total.....	100.000	

Copiapó, diciembre 4 de 1873.

E. FONSECA.