



622.3 553 63 (1913) (047)

Luciano R. Catalano
PUNTA DE ATACAMA
Hacienda San Antonio de los Cobres
de la Esmeralda de Antuco
Batos Generales

Luciano R. Catalano

REPÚBLICA ARGENTINA
MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN

Dirección General de Minas, Geología e Hidrología

MAIPÚ 1241 — BUENOS AIRES



Publicación N.º **CC**

33.333 - 3.333
(Clasificación bibliográfica decimal)

PUNA DE ATACAMA

(Territorio Nacional de Los Andes)

DESDE SAN ANTONIO DE LOS COBRES A LA BORATERA DE ANTUCO

DATOS GENERALES

POR

Luciano R. Catalano

Precio \$ 0,00

BUENOS AIRES

3068—Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación
1929

INTRODUCCION

Dentro de poco tiempo, San Antonio de Los Cobres, capital del territorio nacional de Los Andes, estará unido al resto del país por medio de la red ferroviaria que desde Salta se halla en construcción para unir nuestra nación con los puertos del Pacífico, pasando por Socompa en el límite con Chile.

Mucho falta para que se transforme en realidad el magno proyecto de esa vía internacional. Sin embargo, la obra se halla bastante adelantada y muy cerca de San Antonio de Los Cobres, lo que hará de ese punto el lugar de la puna al cual concurrirán los elementos que movilizará el desamparado territorio.

Este hecho, condiciona ventajosamente a los más importantes núcleos mineros regionales, tales como mina "La Concordia", mina "La Esperanza", mina "Cipriano", Cobres, Tuzgle, Pastos Grandes, Cauchari, Antuco, etc.

Es así que llegarán días nuevos que han de cambiar fundamentalmente la economía de la puna argentina.

Al entrar en actividad eficiente la explotación minera de los yacimientos de plomo y plata, antimonio, cobre gris, azufre, cobre, hierro, piritas y boratos de las regiones mencionadas, incorporaremos a nuestro país — con elementos vitales y económicos propios — el desolado bloque puneño hoy sumido en la más grande pobreza.

La boratera de Antuco quedará a pocas horas de distancia de San Antonio de Los Cobres, y sus ricas entrañas boratíferas proporcionarán decenas de millares de toneladas de boronatrocalcita o ulexita, que sumados a los otros productos que proporcionarán los diversos distritos mineros, darán vida al territorio y justificarán — como obra nacional importante — la construcción del ferrocarril minero a la puna.

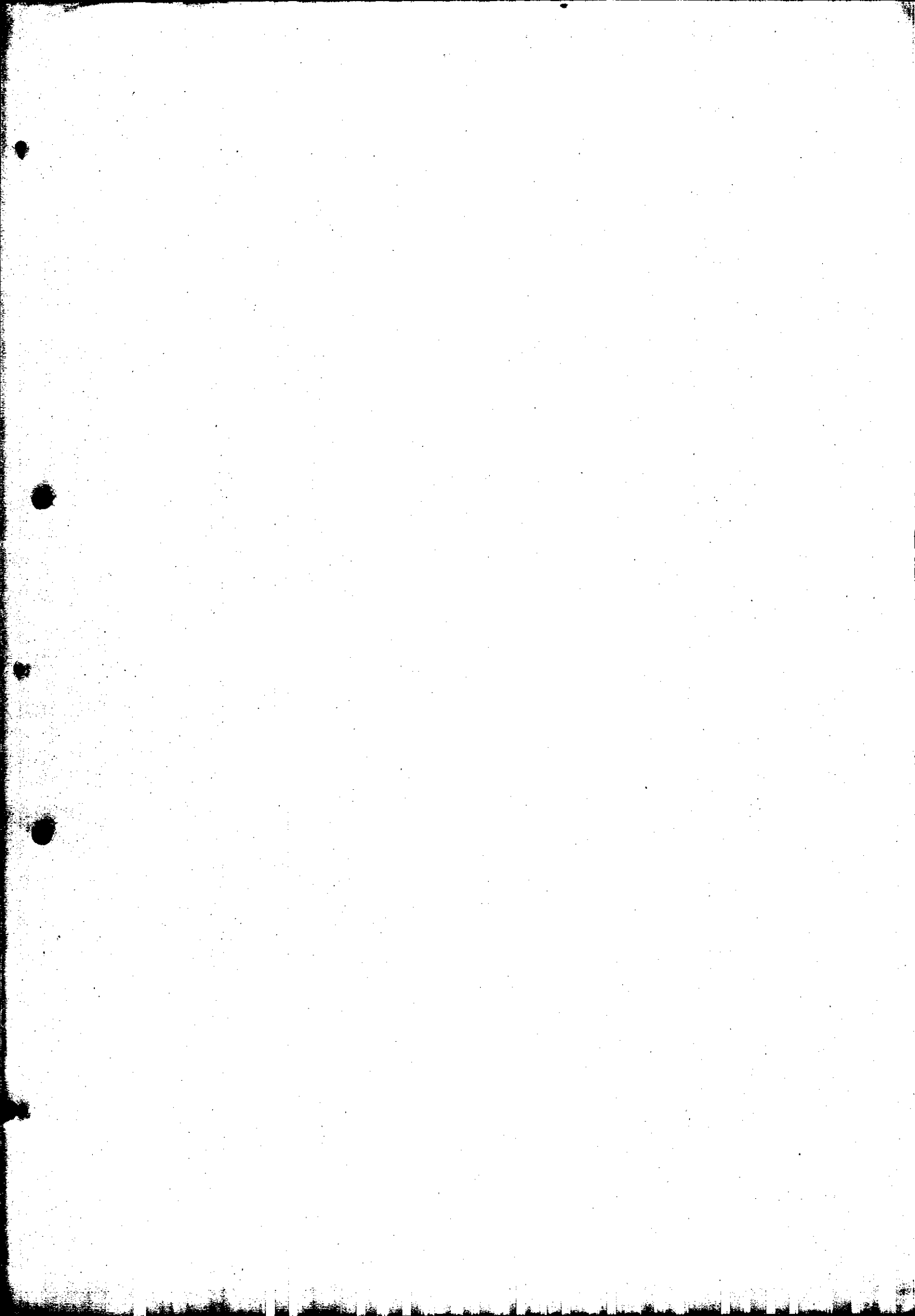
En el presente trabajo damos algunos datos generales atinentes a la minería, geología, geografía y economía de la región comprendida en el trayecto que desde San Antonio de Los Cobres conduce a la boratera de Antuco.

Se señalan los principales recursos para el viajero.

Se indican algunas fuentes hidrotermales, así como se adelantan datos sobre los importantes bancos de calcáreos ornamentales de Tocomar y Antuco.

Se mencionan las exploraciones de la boratera de Antuco y se proporcionan algunos elementos de juicio sobre la importancia de ese yacimiento, que unido a los otros de la región y en particular al de Cauchari harán de esas borateras en un próximo no lejano, una fuente minera que veremos entrar de lleno en efectiva actividad para bien de nuestro país.

Noviembre de 1927.



ITINERARIO

Desde San Antonio de Los Cobres, capital del territorio nacional de Los Andes, siguiendo el camino nacional a Chile, se pasa cerca de la fuente hidrotermal de Pompeya, la que se deja a mano derecha. Luego se entra en la quebrada de Chorrillos, pasándose por las casas del mismo nombre, la usina eléctrica de la mina "La Concordia", portezuelo de Chorrillos, campo de Tocomar, vega del mismo nombre, río y quebrada de Tocomar para llegar finalmente a la boratera de Antuco, ubicada en una pequeña quebradita afluente de la de Tocomar.

El tiempo que se emplea desde San Antonio de Los Cobres hasta Antuco, utilizando mulas cargadas, oscila alrededor de 8 horas.

San Antonio de Los Cobres, situado en la quebrada del mismo nombre, se halla aproximadamente a poco más de 3.700 metros de altitud. El río que surca el valle lleva bastante agua, de la que se surten los pobladores y se utiliza también para la producción de fuerza hidroeléctrica. El río nace en Huayal, alto de la quebrada de Chorrillos y recibe diversos pequeños afluentes, los que, sumados, originan un río de regular caudal. El riacho que se forma del agua de las surgentes termales de Pompeya, se mezclan a las del río San Antonio, lo que cambia en parte las características de la misma.

Analizada el agua del río, ha dado el siguiente resultado:

Aspecto directo, ligeramente turbio, incolora e inodora, de sabor muy ligeramente salobre y de tacto normal.

Reacción al tornasol y a la fenolftaleína en frío y caliente, alcalina.

Residuo a 110° C.	1,86	%
Alcalinidad en SO ₄ H ₂	0,735	»
» » después de ebullición	0,4214	»
Cloruros en ClNa	0,8462	»
Sulfatos en SO ₄	0,1097	»
Sílice en SiO ₂	vestigios	
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	0,04	%
Calcio en CaO	0,1038	»
Magnesio en MgO	0,482	»
Anhídrido carbónico total en CO ₂	0,66	»
Azoe nitroso	no contiene	
» nítrico	no contiene	
» amoniacal	no contiene	
Boro	vestigios	

Los pobladores de la capital del territorio suelen también emplear para uso doméstico el agua que mana de las vertientes frías de las laderas montañosas formadas por rocas viejas (esquistos), las que son de excelente calidad y pureza.

Un análisis practicado para el agua del ojo de San Antonio de los Cobres, nos muestra categóricamente lo que decimos, cuyos datos analíticos son los siguientes:

Aspecto directo, débilmente turbio, incolora e inodora, de sabor agradable y tacto normal.

Reacción alcalina al tornasol y a la fenolftaleína en frío y caliente.

Residuo a 110° C.	0,754	%
Alcalinidad en SO_4H_2	0,1127	»
» » después de ebullición	0,0343	»
Cloruros en ClNa	0,2468	»
Sulfatos en SO_3	0,1646	»
Sílice en SiO_2	0,004	»
Hierro y aluminio en $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	0,003	»
Calcio en CaO	0,1262	»
Magnesio	vestigios	
Anhídrido carbónico en CO_2 , total	0,1012	%
Azoe nítrico	no contiene	
» nítrico en N_2O_3	0,0016	%
» amoniacaal	no contiene	
Boro	no contiene	

La mayoría de los pobladores de San Antonio de Los Cobres son empleados nacionales de la Gobernación de Los Andes, porque es allí el asiento de las autoridades. Claro está, que también viven otras familias, que en definitiva dependen del comercio que origina la residencia de las autoridades mencionadas. En otros tiempos se formaron algunos potreros con alfalfa, lo que permitía al viajero proveerse. En la actualidad sólo quedan los restos de los potreros pircados y una pequeña parcela existente en el mismo pueblo.

Saliendo de San Antonio de Los Cobres hacia Pompeya, con rumbo más o menos al sur, siguiendo el valle y río, se divisan a ambas márgenes los depósitos de las cuencas formadas de rocas detríticas (lámina I). Son materiales pertenecientes a las cuencas precuaternarias, formadas de rocas detríticas de origen eólico, piroclástico (cenizas y tóbas), lacustres y fluviales. Se observan estratos superiores casi horizontales que cubren a las areniscas y sedimentos de las cuencas viejas, las cuales se encuentran francamente inclinadas.

El basamento cristalino que aflora en la margen izquierda del valle, lo constituyen esquistos pizarrosos, de color verde claro, los cuales se encuentran astillados y fisurados por infinidad de grietas de diaclasa, de disyunción poliédrica. Estos esquistos se hallan cortados por numerosos filoncillos de cuarzo que siguen direcciones caprichosas.

Antes de llegar a Pompeya se estrecha el valle entre acantilados de esquistos (lámina II, fig. 1), ensanchándose a poco trecho, desde donde se enfrenta luego gran parte del cono de deyección de las quebradas de Chorrillos y Pompeya.

Siguiendo el camino nacional a Chile, se pasa por Los Negros, con rumbo más o menos suroeste, notándose en este trecho restos de las terrazas de las cuencas precuaternarias, viéndose también bancos resquebrajados de calcáreos hidratogénicos cementando trozos de rocas diversas.

Al entrar a Los Negros, siguiendo por el río de Chorrillos, cerca de Aguas de Castilla, se divisan terminales morénicos que forman parte del cono de deyección del mencionado río. En esta parte se observan también

esquistos cristalinos, los que a poco trecho se ven cortados por el granito, el que imponentemente se puede observar en Potrerillos, camino a Pastos Grandes. Este granito intrusivo con fenocristales de feldespato que sobresalen de la masa de los trozos o bloques esferoidales, forman un caótico paisaje donde pueden verse hermosos ejemplares de su disyunción en bolas (lámina XIV).

Los escoriales de Los Negros, que provienen de las efusiones post-pliocenas de los centros volcánicos del C° San Jerónimo, cubren las rocas de sus flancos y se abrieron paso a través de rocas graníticas y metamórficas.

En este lugar, las efusiones que formaron corrientes de lavas basálticas, obstruyen en parte el cauce del río de Chorrillos, que es por donde se descolgaron. Son depósitos basálticos de color negruzco, sumamente porosos, que incorporan algunas veces trozos de rocas heterogéneas que aglomeraron en el transcurso de su trayecto mientras surgieron en forma de material fluido.

El camino nacional toca los referidos escoriales en su parte extrema y desde ese lugar se entra en la quebrada de Chorrillos siguiendo por la margen derecha.

Después de pasar por las "casas" de Chorrillos, siguiendo con dirección más bien al oeste, el valle se estrecha y el camino nacional, construido en su margen derecha, permite observar las rocas de los cortes hechos en los flancos las sierras (lámina I, fig. 1 y lámina II, fig. 2).

En general, las rocas efusivas y piroclásticas provenientes de los numerosos conos volcánicos del lugar, ocultan las formaciones viejas. Sin embargo, algunos afloramientos pueden verse en los surecos de erosión de las quebraditas laterales o también — como ya hemos dicho — se observan en los cortes efectuados para la construcción del camino nacional a Chile. En el alto de Chorrillos, cerca de Huayal y poco antes de enfrentar la quebrada de Incachuli, permite divisar las rocas viejas del basamento cristalino proterozoico, constituido por esquistos y granitos (láminas II y III).

Las efusiones de rocas volcánicas procedentes del C° San Jerónimo principalmente, han desparramado sus materiales en una gran extensión. La edad de esas efusiones es diversa por cuanto se tienen efusiones terciarias formadas de traquitas y riolitas, acompañadas con proyecciones de andesitas y tobas. Las grietas de diaclasa y retracción se encuentran mineralizadas, constituyendo los centros mineros de La Esperanza, La Concordia, etc. Los minerales explotados son el cobre gris, la galena y el sulfuro de antimonio, este último en pequeña escala. Los depósitos viejos de rocas piroclásticas de tobas riolíticas, traquíticas y andesíticas se hallan cementadas por acción ulterior de vapores mineralizadores (pneumatolíticos), así como por aguas silíceas que les dieron consistencia de rocas compactas, que, a primera vista le dan el carácter de rocas volcánicas efusivas. Ambas han sido resquebrajadas por torsiones y retracción, observándose también una laminación más o menos este-oeste que le da el aspecto de rocas sedimentarias y que no son otra cosa que las fricciones sufridas durante los movimientos orogénicos violentos del terciario. Estas rocas volcánicas han sido tapadas en parte por efusiones subsiguientes que han llegado hasta el cuaternario; posiblemente durante el pleistoceno aun se hallaban en actividad la mayor parte de los centros volcánicos

de la Puna argentina, como lo atestiguan los escoriales o corrientes de lavas basálticas asociados a depósitos glaciarios. En el alto de Chorrillos, en el camino, pueden verse restos de varias efusiones volcánicas que cubren esquistos. Estos esquistos, fuertemente metamorfizados, se hallan cortados por el granito, pudiéndose notar en el contacto, ejemplos de "enclaves" que no son otra cosa que disoluciones o incorporación a la masa granítica de trozos de las rocas vecinas atravesadas.

En este lugar hemos observado una roca cristalina con cristales grandes de feldespato y cuarzo azulado, que visto más detenidamente permite diferenciar elementos extraños caídos en la masa ígnea. Posiblemente sea el esquisto vecino disuelto o atacado por la masa ígnea granítica, viniendo a ser una roca secundaria. Oportunamente se estudiará química y petrográficamente esta roca.

El esquisto y granito forman el basamento cristalino del proterozoico, cuyas relaciones tectónicas, litológicas y estructurales en general para la Puna, han sido establecidas en mi informe sobre Revelamiento geológico preliminar de Los Andes, elevado a la superioridad con fecha 6 de mayo de 1926.

Los filones de cuarzo que cortan en infinidad de direcciones a los esquistos del lugar en estudio, son en parte auríferos, aunque de poca ley. Eso es motivo de algunos "laboreos" mineros en los aluviones del río Chorrillos y Angosto de Pompeya para "beneficiarlos" y obtener pequeñas pepitas, más bien "chispitas" como suelen llamarlas por su reluciente y diminuto tamaño.

En Pompeya, a orillas del río se hallan las usinas de concentración de los minerales extraídos en "La Concordia", unida a este último lugar por una línea de decauville. En la actualidad se hallan paralizados todos los trabajos, limitándose a tener un cuidador.

La fuente hidrotermal de Pompeya suele ser utilizada para baño de los pobladores regionales, especialmente para los habitantes de San Antonio de Los Cobres, así como también para lavadero.

La composición química de esas aguas puede estimarse por los análisis siguientes:

Hervidero N° 1.

Altura del lugar	3.900 metros
Caudal	500 litros por hora
Temperatura	50° C.
Aspecto	ligeramente turbio

Desprende un ligero olor a ácido sulfhídrico y anhídrido sulfuroso, dándole un ligero color azulado-blancuzco, debido al azufre coloidal que se produce.

Residuo a 110° C.	4,18	%
Alcalinidad en SO ₃ H ₂	0,98	»
Cloruros en ClNa	2,312	»
Sulfatos en SO ₃	0,2256	»
Sílice en SiO ₂	vestigios	
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	vestigios	
Calcio en CaO	0,0869	%

Magnesio en MgO	contiene
Anhídrido carbónico en CO ₂ total	0,88 ‰
N ₂ O ₃	no contiene
N ₂ O ₅	no contiene
Azoe orgánico	no contiene
Boro	contiene

Hervidero N° 2.

Caudal	15.000 litros por hora
Temperatura	35° C.

Aspecto turbio, color ligeramente blanuzco con un característico olor a ácido sulfhídrico.

Residuo a 110° C.	4,31 ‰
Alcalinidad en SO ₃ H ₂	1,1368 »
Cloruros en ClNa	2,3573 »
Sulfatos en SO ₄	0,2716 »
Silice en SiO ₂	vestigios
Hierro y aluminio	vestigios
Calcio en CaO	0,0843 ‰
Magnesio en MgO	vestigios
Anhídrido carbónico en CO ₂ total	1,0208 ‰
Azoe nitroso	no contiene
Azoe nítrico	no contiene
Azoe amoniacal	no contiene
Azoe orgánico	no contiene
Boro	contiene

Hervidero N° 3.

Caudal	15.000 litros por hora
Temperatura	35° C.

Aspecto directo, ligeramente turbio, de olor algo a sulfhídrico. Materia en suspensión total, apreciable.

Residuo a 110° C.	4,3050 ‰
Alcalinidad en SO ₃ H ₂	1,1074 »
Cloruros en ClNa	2,3573 »
Sulfatos en SO ₄	0,2352 »
Silice	vestigios
Hierro y aluminio	vestigios
Calcio en CaO	0,0843 ‰
Magnesio	poco
Anhídrido carbónico en CO ₂ total	0,8944 »
Azoe nitroso	no contiene
Azoe nítrico	no contiene
Azoe amoniacal	no contiene
Azoe orgánico	no contiene
Boro	contiene

Hervidero N° 4.

Caudal	400 litros por hora
Temperatura	48° C.

Aspecto directo, ligeramente turbio, de color blanquecino con reflejos azulados debidos al azufre coloidal, de olor pronunciado a ácido sulfhídrico.

Residuo a 110° C	4,07	%
Alcalina en SO ₃ H ₂	1,0388	»
Cloruros en ClNa	2,2263	»
Sulfatos en SO ₃	2,2524	»
Sílice	vestigios	
Hierro y aluminio	vestigios	
Calcio en CaO	0,0898	%
Magnesio	poco	
Anhídrido carbónico en CO ₂ total	0,9328	»
Azoe nitroso	nó contiene	
Azoe nítrico	no contiene	
Azoe amoniacal	no contiene	
Borato	contiene	

En el portezuelo o abra de Chorrillos se ha formado — por los viajeros — una “apacheta” (Lámina III, Fig. 2 y Lámina IV, Fig. 1). Pueden observarse en ese lugar los terminales de los escoriales basálticos negruzcos provenientes del C° San Jerónimo, escoriales que cubren rocas volcánicas más viejas, como puede constatarse claramente en ese sitio.

La disyunción prismática y columnar se observa en dichos basaltos en varios lugares del alto de Chorrillos, especialmente donde la masa de la corriente basáltica ha adquirido espesores importantes.

El camino de herradura y carretero en general es bueno hasta poco después del abra de Chorrillos — hacia Tocomar — pero el trecho siguiente presenta secciones medanosas, lo que dificulta la marcha. Sin embargo, esas dificultades pueden subsanarse, sea desviando algo el camino o ya componiendo — con elementos apropiados — los trechos que son medanosos.

Desde el abra de Chorrillos (4.480 metros de altura), hasta el angosto de la vega de Tocomar (4.250 metros de altura), se tiene una gran cuenca bordeada por rocas volcánicas, sedimentarias, metamórficas e ígneas, que forman en conjunto un gran círculo, donde, en su parte media, se ubican dos pequeñas depresiones que se hallan con agua.

Las rocas volcánicas efusivas y piroclásticas son las que predominan en el paisaje y cubren la mayor parte de las formaciones viejas ya mencionadas.

Esta cuenca de Tocomar aun conserva restos de terrazas de los antiguos sedimentos de la misma, los que se ven tapando areniscas inclinadas fluvio-lacustres. Esos testigos son coronados por calcáreos travertínicos lacustres, los que nos permiten reconstruir gran parte del lago precuaternario de Tocomar (Lámina V).

Pasando la garganta o angosto del lugar mencionado, se divisa otra enorme depresión entre ese lugar y Cauchari, que en parte presenta sedimentos lacustres areno-arcillosos y en las vertientes hidrotermales de Tocomar muestra potentes bancos de calcáreos aragoníticos, hidrotermales, que corresponden a extinguidos conos de géiseres, mofetas y solfataras. Dicho material se encuentra sumamente resquebrajado por los movimientos de la costra terrestre y corresponden cronológicamente a las exhalaciones hidrotermales del vulcanismo terciario en su última fase. (Lámina VII). En este lugar, al pie de los potentes bancos de cal-

cárcoos aragoníticos mencionados, he podido encontrar nidos formados por nódulos de mineral de boro, generalmente ulexita mezclada a otros boratos indefinidos. Quizá esta segunda cuenca de Tocomar haya estado unida a la primeramente mencionada, cosa que sólo se podría resolver con observaciones particulares en el terreno.

La travesía desde Tocomar a Antuco ofrece diversos aspectos. En unas partes el camino es medanoso, en otras es más firme o hasta consistente. En general corresponde a un piso de materiales sueltos de los conos de deyección de las distintas quebradas adyacentes a la de Tocomar. Estos conos forman extensos campos, con suave pendiente, los que se encuentran acribillados por cuevas de roedores (ocultos) y es por ello dificultosa su travesía para el viajero. El campo de Catas es un ejemplo de lo mencionado. Este campo debe atravesarse para llegar a la boratera de Antuco, al dejar a la derecha el camino nacional a Chile.

En todo el trayecto que media desde San Antonio de los Cobres hasta la boratera de Antuco, se tiene agua abundante y de buena calidad. En el primer tramo se dispone de agua de los ríos San Antonio, Pompeya, Chorrillos y pequeñas vertientes que de trecho en trecho se presentan. La calidad de estas aguas puede apreciarse en los análisis siguientes:

Agua del río San Antonio. — Proceden las aguas de este río de la unión de las aguas del río Chorrillos con las de las surgentes termales de Pompeya, y además por la concurrencia de diversos arroyuelos que bajan de distintos valles.

Aspecto directo, ligeramente turbio, incolora e inodora, de sabor muy ligeramente salobre y de tacto normal.

Reacción al tornasol y a la fenolftaleína en frío y caliente, alcalina.

Residuo a 110° C.	1,86	%
Alcalinidad en SO_4H_2	0,735	»
Alcalinidad en SO_4H_2 después de hervir	0,4214	»
Cloruros en ClNa	0,8462	»
Sulfatos en SO_3	0,1097	»
Sílice en SiO_2	vestigios	
Hierro y aluminio en $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	0,004	%
Calcio en CaO	0,1038	»
Magnesio en MgO	0,0482	»
Anhídrido carbónico total en CO_2	0,66	»
Azoe nitroso	no contiene	
Azoe nítrico	no contiene	
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	vestigios	

En el segundo tramo, después de Tocomar, se tienen, además de las vertientes hidrotermales de ese lugar, las aguas potables del río Tocomar, río Blanco y Antuco, de las cuales algunas han sido analizadas, las que han dado el siguiente resultado:

Hervidero N° 1.

Altura de las fuentes	4.200 metros
Caudal	500 litros por hora
Temperatura	18° C.

Aspecto directo, límpido, de olor ligeramente a gas sulfhídrico, siendo una de las fuentes más frías.

Residuo a 110° C.	2,88	%
Alcalinidad en SO ₄ H ₂	0,6468	»
Cloruros en ClNa	1,4507	»
Sulfatos en SO ₃	0,177	»
Sílice en SiO ₂	0,1	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,036	»
Calcio en CaO	0,108	»
Magnesio en MgO	0,013	»
Anhídrido carbónico, CO ₂ total	0,5808	»
Azoe nitroso	contiene	
Azoe nítrico en N ₂ O ₅	0,0009	%
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

Hervidero N° 2.

Caudal	1.000 litros por hora
Temperatura	45° C.

Aspecto directo, límpido, de olor ligeramente a gas sulfhídrico.

Residuo a 110° C.	2,7	%
Alcalinidad en SO ₄ H ₂	0,637	»
Cloruros en ClNa	1,3822	»
Sulfatos en SO ₃	0,1399	»
Sílice en SiO ₂	0,138	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,006	»
Calcio en CaO	0,0486	»
Magnesio en MgO	0,0036	»
Anhídrido carbónico CO ₂ , total	0,5720	»
Azoe nitroso	contiene	
Azoe nítrico en N ₂ O ₅	0,0066	%
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

Hervidero N° 3.

Caudal	1.000 litros por hora
Temperatura	37° C.

Aspecto directo, ligeramente turbio, de olor pronunciado a gas sulfhídrico.

Residuo a 110° C.	2,7020	%
Alcalinidad en SO ₄ H ₂	0,7272	»
Cloruros en ClNa	1,3599	»
Sulfatos en SO ₃	0,1523	»
Sílice en SiO ₂	0,1420	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,002	»
Anhídrido carbónico CO ₂ , total	0,5632	»
Azoe nitroso en N ₂ O ₃	muy abundante	
Azoe nítrico en N ₂ O ₅	0,0009	%
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

Hervidero N° 4.

Caudal	3.000 litros por hora
Temperatura	63° C.

Aspecto directo, ligeramente turbio, de color blanquecino, con reflejos azulados debidos al azufre coloidal, de olor fuertemente a gas sulfhídrico.

Residuo a 110° C.	2,736	% _t
Alcalinidad en SO ₃ H ₂	0,6713	»
Cloruros en ClNa	1,3549	»
Sulfatos en SO ₃	0,1523	»
Sílice en SiO ₂	0,1240	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,002	»
Anhidrido carbónico CO ₂ , total	0,5632	»
Azoe nitroso	muy abundante	
Azoe nítrico en N ₂ O ₅	0,0009	% _c
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

En San Antonio de Los Cobres, Pompeya, Huayal, Tocomar, Campo de Catas, se encuentran vegas con bastante agua, pastos y leña suficiente para las primeras necesidades del viajero.) (4)

BORATERA DE ANTUCO (Parte especial)

Está situada en la margen izquierda de la quebrada de Tocomar, a unas tres leguas (15 kilómetros) de la vega del mismo nombre.

Aproximadamente se encuentra a mitad de camino, entre la distancia que media entre el abra de Chorrillos y la vega de Cauchari.

Su situación geográfica es $24^{\circ}16'$ de latitud sur y $66^{\circ}30'$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Caracteres del yacimiento. — En Antuco se encuentran reunidos los diversos elementos de juicio para establecer científicamente los factores que han intervenido en la formación de los minerales de boro de ese lugar.

Efectivamente, en ese sitio se tiene:

1° — Un cono de (géiser (1)) boratos en la salida de las aguas termales (lámina VIII, fig. 1).

2° — Cono de sílice y calcáreos proveniente de las exhalaciones de los extinguidos géiseres, solfataras y mofetas.

3° — Surgentes hidrotermales (última fase de las exhalaciones volcánicas), cuyas aguas llevan aún en disolución los componentes salinos que formaron y forman los productos protogénicos del yacimiento en estudio, tales como carbonatos, sulfatos, cloruros y boratos alcalinos térreos, acompañados de un cierto contenido en sílice coloidal o silicatos alcalinos solubles. Estos elementos forman complejos que, al depositarse, se diferencian en función de las proporciones de los componentes, de las temperaturas y presiones que soportan en su trayecto intratélúrico, además de otros elementos que pueden acompañarlos, tales como el ácido sulfhídrico, el ácido sulfuroso, el ácido clorhídrico, el ácido bórico, etc., los que intervienen profundamente en los distintos equilibrios químicos de estos complejos, hasta que se depositan en el exterior, sea por cambios físicos del sistema que los conduce, o ya por evaporación de las aguas disolventes. Esas modificaciones pueden estudiarse en el terreno y en la publicación N° 28 (ver bibliografía) se establecen las bases científicas de la formación interna (yacimientos primarios) y externas de los minerales de boro.

Las aguas boratíferas de las exhalaciones de Antuco, al circular por la quebrada del lugar, dejan depositar las sales que llevan en disolución y suspensión, las que sufren alteraciones en el medio circundante, sea por la presencia de carbonatos, o ya por otros componentes de los terrenos que atraviesan. Es así cómo se caracteriza la boratera de referencia, lo que puede sintetizarse como un yacimiento protogénico; vale decir, definiremos a los boratos de Antuco como pertenecientes a yacimientos hidratogénicos de sales (contenidas por disolución, corrosión, arrastre mecánico y dobles descomposiciones químicas, gene-

(1) Géyser.

ralmente en las exhalaciones de la última fase del vulcanismo regional), las cuales precipitan en los lugares que reúnen las condiciones necesarias para ello.

Debido a que el yacimiento de boratos de Antuco tiene salida hacia el río de Tocomar y Cauchari, y su pendiente desde el yacimiento hasta su extremo final es más de 250 metros, es fácil comprender que así no es posible el almacenamiento de sales solubles en el referido lugar.

Datos generales. — En la quebrada de Antuco, a 4.300 metros, se encuentran los ojos de aguas termales ya mencionados; unos dan agua amarga, otros salada y dos más pequeños situados algo más arriba, son de agua dulce.

Los análisis químicos siguientes dan una idea de la composición de las mismas:

Hervidero N° 1.

Caudal 4.100 litros por hora
Temperatura 35° C.

Aspecto directo, ligeramente turbio, incolora e inodora, de reacción al tornasol y a la fenolftaleína en frío y caliente, alcalina.

Residuo a 110° C.	21,03	%
Alcalinidad en SO ₃ H ₂	0,7203	»
Cloruros en ClNa	14,9095	»
Sulfatos en SO ₃	1,0228	»
Sílice en SiO ₂	0,032	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,006	»
Calcio en CaO	0,6822	»
Magnesio en MgO	0,2464	»
Azoe nitroso	contiene	
Azoe nítrico	no contiene	
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

Hervidero N° 2.

Caudal 2.500 litros por hora
Temperatura 32° C.

Aspecto directo, límpido, incolora e inodora; reacción alcalina al tornasol y a la fenolftaleína en frío y caliente.

Residuo a 110° C	21,224	%
Alcalinidad en SO ₃ H ₂	0,7987	»
Cloruros en ClNa	16,4451	»
Sulfatos en SO ₃	1,107	»
Sílice en SiO ₂	0,042	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,525	»
Calcio en CaO	0,331	»
Magnesio en MgO	0,231	»
Anhídrido carbónico, CO ₂ total	0,7162	»
Azoe nitroso	no contiene	
Azoe nítrica	no contiene	
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

Hervidero N° 3.

Caudal	700 litros por hora
Temperatura	25° C.

Aspecto directo, límpido, incolora e inodora; reacción alcalina al tornasol y a la fenolftaleína en frío y caliente.

Residuo a 110° C.	19,792	%
Alcalinidad en SO ₄ H ₂	0,7595	»
Cloruros en ClNa	15,1916	»
Sulfatos en SO ₄	0,938	»
Sílice en SiO ₂	0,016	»
Hierro y aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,014	»
Calcio en CaO	0,646	»
Magnesio en MgO	0,21	»
Anhídrido carbónico, CO ₂ total	0,682	»
Azoe nítrico	contiene	
Azoe nítrico	no contiene	
Azoe amoniacal	no contiene	
Boro	contiene	

Entre ellos producirán alrededor de siete mil litros por hora, y forman un pequeño curso de agua que corre por entre los boratos y se pierde antes de enfrentar la quebrada de Tocomar en un terreno detrítico permeable.

Esas vertientes hidrotermales son el testimonio de la existencia de antiguos géiseres, que expulsaron aguas bicarbonatadas en importantes cantidades, como lo atestiguan los bancos de calcáreos y areniscas calcáreas allí existentes, en espesores de varios metros. Dichos calcáreos travertínicos compactos (vulgarmente mármoles) pueden aplicarse a la ornamentación, dada la calidad del mismo, como puede comprobarse en algunas muestras que se exhiben en el Museo de la Dirección General de Minas. (Láminas X y XI).

Las aguas carbónico - boratíferas posteriores, han iniciado un proceso de erosión y descomposición química sobre esos calcáreos hidrotermales, originando el actual cauce por donde circulan las aguas de las referidas vertientes. (Láminas IX y XII).

A los 4.300 metros se tienen vertientes hidrotermales; más abajo se presentan depósitos calcáreos que cementan arenas y lapillos y también calcáreos puros; bajando aún más siguen calcáreos mezclados con arena y otros materiales de aluvión. (Lámina XIII). En la base de los calcáreos hidrotermales, se notan pequeños rodados cementados (conglomerados) de tamaños variables, cuyo cemento está constituido por calcáreos y sílice. Estos conglomerados presentan una inclinación suave (menos de 15°) y están en concordancia con el techo formado de calcáreos hidratogénicos. (Lámina XI).

Las aguas boricadas que manan como última manifestación de la fase volcánica geiseriana, atacan a los calcáreos ya citados y forman toda una serie de boratos alcalino - térreos, que en definitiva constituyen los actuales yacimientos en estudio.

Las aguas ácidas y termales profundas cargadas de ácido bórico forman disoluciones que, al pasar por los distintos terrenos de su curso

interior, atacan las rocas alcalino - térreas y dan nacimiento a distintas clases de biboratos y boratos solubles.

La solubilidad de estos primeros boratos es mayor en caliente. Al salir al exterior, se encuentran con los calcáreos y bicarbonatos alcalino-térreos solubles, a los que por un lado ataca, y por otro, ellos y dichas rocas atacadas se descomponen, dando los complejos salinos de boratos, cuya composición química y mineralógica puede variar, según la calidad y magnitud de los factores y materiales concurrentes.

Débase tener presente que en una disolución hidrotermal de ácido bórico, calcio y sodio salinos, con superabundancia de anhídrido carbónico y otras sales, el índice de solubilidad de los boratos es mayor en su fase intratélúrica disminuyendo hacia el exterior, donde las condiciones de equilibrio físico - químico varían profundamente, puesto que disminuyen el calor, la presión, etc. El exceso de anhídrido carbónico se desprende o si no ataca los calcáreos y arcillas de la cuenca, etc., todo lo cual origina una precipitación y formación de borato en los mismos bancos calcáreos, los cuales desaparecen totalmente y en su lugar quedan los boratos.

Son esas las características generales de formación de los boratos que constituyen los yacimientos de la Puma, genética que hemos desarrollado con acopio de datos y argumentos científicos rigurosos en las publicaciones números 23, 24 y 28 de la Dirección General de Minas (ver bibliografía).

El yacimiento de Antuco corre de oeste a este desde los 4.300 metros de altura hasta los 4.200 metros, en una distancia más o menos de 2.000 metros, luego cambia de dirección aproximadamente sur a noreste en un trecho de unos 2.500 metros; finalmente, siguiendo del último punto hacia el oeste - noroeste, va a perderse en la quebrada de Tocomar.

Recursos. — En el supuesto de reiniciarse una explotación formal de la boratera de Antuco, es menester ir señalando cuáles son los elementos indispensables que puede proporcionar el lugar.

Como combustible para las poblaciones mineras y para la concentración (deseccación) del mineral húmedo extraído puede emplearse el "cuerno de cabra", muy abundante en las inmediaciones de Antuco, en los grandes conos de deyección del macizo del Queva. Forman grandes campos como el de Catas.

El "cuerno de cabra" es el principal combustible regional, al que pueden sumársele la "añagua" y la "tola", aunque en menor cantidad.

El agua para las necesidades de la población y de la industria minera existen en cantidad suficiente y es de buena calidad. Los dos ríos que pasan por sus inmediaciones, tales como el río Blanco - Antuco y el de Tocomar, llevan suficiente cantidad de agua todo el año como para atender las necesidades primordiales. El ojo de Antuco, situado un poco más arriba de la iniciación de la boratera del mismo nombre, puede proporcionar parte del agua potable necesaria para usos domésticos.

El forraje indispensable para mantener las necesidades de las tropas de carga (animales mulares), así como a los rebaños de ovejas, cabras y llamas, puede contarse con la vega de Antuco y campo de Catas, la vega de Olacapato y la de Tocomar, todas éstas situadas próximas al lugar de las borateras.

En consecuencia, se puede contar con los principales recursos.

Dada la especial ubicación de la boratera de que tratamos, por hallarse en la zona de influencia de los ferrocarriles del Estado, línea en construcción de Salta a Socompa, que pasarán por la quebrada de Tocomar, y también, por encontrarse a menor distancia con relación a otros yacimientos de boratos de las actuales estaciones ferroviarias de carga (Tastil) y con la circunstancia favorable de que la punta de rieles llegará pronto a San Antonio de los Cobres, el mineral de boro explotable en Antuco podrá colocarse sobre vagón en un tiempo que oscilaría alrededor de 8 horas, utilizando medios de transporte primitivos (lomo de mula), tiempo que podría ser grandemente reducido con medios modernos, como ser autocamiones, puesto que gran parte del camino se encuentra en condiciones para esa clase de vehículos. Sólo restaría estudiar el tramo comprendido entre Tocomar y Antuco.

En resumen, la boratera estudiada puede actualmente, dada su ubicación, entrar en actividad, y el mineral puesto en Buenos Aires costará unos 80 pesos moneda nacional la tonelada, incluyendo todos los gastos de extracción, desecación, embolsado, transporte a lomo de mula y ferrocarril (cósultese mi informe N° 23 y bibliografía).

Cateos. — En este yacimiento se han abierto 23 pozos de cateos separados entre sí por distancias de cien metros. Además, se hicieron numerosas catas en todas direcciones, a fin de ir verificando la potencia del yacimiento; de ellas hemos contado 65.

Pozo N° 1. — Altura s. n. m. 4.300 metros. Profundidad del pozo 0,60 metros. Mineral útil 0,30 metros, luego siguen rocas calcáreas y silíceas consistentes. Ancho del yacimiento 20 metros.

Pozo N° 2. — A 100 metros hacia el sur del anterior. Profundidad 0,50 metros. Espesor del mineral útil 0,30 metros. Sigue arenisca calcárea, en partes hay boratos hasta de un metro de espesor. Ancho del mineral útil 100 metros en espesores variables.

Pozo N° 3. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,65 metros. Espesor del mineral útil 0,55 metros. En la base siguen calcáreos con señales evidentes de transformación en boratos. Luego continúan calcáreos con corrosión. Ancho del yacimiento 20 metros en espesores variables.

Pozo N° 4. — Altura sobre el nivel del mar 4.250 metros. Profundidad 0,50 metros. Base de calcáreos, luego arena gris y calcáreos. Ancho útil 20 metros en espesores variables.

Pozo N° 5. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,70 metros. Espesor del mineral útil 0,60 metros. Base de arena gris clara (detritos tobáceos y cenizas), luego sigue un calcáreo duro. Ancho del yacimiento 30 metros en espesores variables.

Pozo N° 6. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,60 metros. Espesor del mineral útil 0,50 metros. Algo mezclado con arena de color castaño (posiblemente pigmentado por sales férricas procedentes de la oxidación de las sales ferrosas de la arena gris verdosa yacente). Base de calcáreos. Ancho 20 metros en espesores variables.

Pozo N° 7. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,70 metros. Espesor del mineral útil 0,50 metros con impurezas de arena color castaño. Base de calcáreo. Ancho 40 metros en espesores variables.

Pozo N° 8. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,40 metros. Espesor del mineral útil 0,20 metros con intercalaciones de arena color castaño. Base de calcáreos. Ancho 100 metros en espesores variables.

Pozo N° 9. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,30 metros. Espesor del mineral útil 0,20 metros con intercalaciones de arena color castaño. Base de calcáreos y areniscas calcáreas. Ancho 100 metros en espesores variables.

Pozo N° 10. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,30 metros. Espesor del mineral útil 0,05 metros mezclados con arena oscura. Base de calcáreos y arena. Ancho 100 metros en espesores variables.

Pozo N° 11. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,20 metros. Espesor del mineral útil 0,05 metros. Base ídem a la anterior. Ancho 200 metros en espesores variables.

Pozo N° 12. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,30 metros. Espesor del mineral útil 0,05 metros. Ancho 150 metros en espesores variables.

Pozo N° 13. — A 100 metros al anterior. Profundidad 1,10 metros. Espesor del mineral útil 0,60 metros. Base de arena rubia y fina. Ancho 200 metros en espesores variables.

Pozo N° 14. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,80 metros. Espesor del mineral útil 0,60 metros. Base ídem a la anterior. Ancho 200 metros en espesores variables.

Pozo N° 15. — A 100 metros del anterior. Profundidad 1,70 metros. Espesor del mineral útil 1 metro. Base de arena gris plateada, luego arena color gris obscuro, luego calcáreo. Ancho 230 metros en espesores variables.

Pozo N° 16. — A 100 metros del anterior. Profundidad 1,70 metros. Espesor del mineral útil 1 metro en banco. Base de arena gris plateada, luego arena color castaño, luego calcáreos. Ancho 150 metros en espesores variables.

Pozo N° 17. — A 100 metros del anterior. Profundidad 1,60 metros. Espesor del mineral útil 1 metro en banco. Base ídem a la anterior. Ancho 100 metros en espesores variables.

Pozo N° 18. — A 100 metros del anterior. Profundidad 1,60 metros. Espesor del mineral útil 1 metro en banco. Base ídem a la anterior. Ancho 80 metros en espesores variables.

Pozo N° 19. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,70 metros. Espesor del mineral útil 0,50 metros. Ancho 100 metros. Base de mezcla de boratos con calcáreos. Espesores variados.

Pozo N° 20. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,80 metros. Espesor del mineral útil 0,60 metros. Base calcáreo. Ancho 80 metros en espesores variables.

Pozo N° 21. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,70 metros. Espesor del mineral útil 0,50 metros. Base calcárea. Ancho 150 metros en espesores variables.

BIBLIOGRAFIA

- REICHERT, F. — "Los yacimientos de boratos y otros productos minerales explotables del territorio de Los Andes (Puna de Atacama), República Argentina". Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación. Sección Geología, Mineralogía y Minería. Tomo II, número 2. Buenos Aires, 1907.
- CAPLAIN, LUCIANO. — "Informe sobre el estado de la minería en el territorio de Los Andes, República Argentina". Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación. Sección Geología, Mineralogía y Minería. Tomo VII, Nº 1, Buenos Aires, 1912.
- BERNABÉ, JUAN P. — "Los yacimientos minerales de la Puna de Atacama, República Argentina". Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación. Sección Geología, Mineralogía y Minería. Tomo X, Nº 5. Buenos Aires, 1915.
- CATALANO, LUCIANO R. — "Geología económica de los yacimientos de boratos y materiales de las cuencas. Salar Cauchari (Puna de Atacama, territorio nacional de Los Andes), República Argentina". Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación Nº 23. Clasificación bibliográfica decimal 553.69. Boratos 553 (82,57). 110 páginas, 42 figuras, 1 lámina. Buenos Aires, 1926.
- CATALANO, LUCIANO R. — "Contribución al conocimiento de los fenómenos geofísicos atmosféricos (en base a observaciones efectuadas en la Puna de Atacama, territorio nacional de Los Andes), República Argentina". Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación número 24. Clasificación bibliográfica decimal 551.5, 551.311.1 (82,57). 78 páginas, 42 figuras. Buenos Aires, 1926.
- CATALANO, LUCIANO R. — "Geología química de los boratos. Formación de las cuencas. Características generales de la superficie de los salares. Puna de Atacama (territorio nacional de Los Andes), República Argentina". Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación Nº 28. Clasificación bibliográfica decimal 553.69 (Boratos): 54 (82,57). 101 páginas y 73 figuras. Buenos Aires, 1927.
- CATALANO, LUCIANO R. — "Datos hidrológicos del desierto de Atacama, República Argentina". Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación Nº 35. Clasificación bibliográfica decimal ? Buenos Aires, 1927.
- CATALANO, LUCIANO R. — "Nueva contribución para el conocimiento de los fenómenos geofísicos atmosféricos y sus consecuencias geológicas. Basada en las observaciones efectuadas de 1923 a 1926 en la Gobernación de Los Andes". (Con 150 páginas, 3 láminas, 1 diagrama y 6 tablas). Publicación Nº 11 del Instituto de Investigaciones Geográficas de la Universidad Nacional de Buenos Aires (Facultad de Filosofía y Letras). Buenos Aires, 1926.

Además, puede consultarse la bibliografía consignada en los trabajos premencionados, especialmente en la publicación Nº 23 de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología.

Pozo N° 22. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,80 metros. Espesor del mineral útil 0,60 metros. Base de calcáreos. Ancho 100 metros en espesores variables.

Pozo N° 23. — A 100 metros del anterior. Profundidad 0,70 metros. Espesor del mineral útil 0,60 metros. Mezclado con arena. Base calcárea. Ancho 100 metros en espesores variables.

A estos pozos sigue una faja de terreno de 30 a 50 metros de ancho por 1.500 metros de largo, con borato útil, variable desde 0,05 hasta 0,50 metros de espesor. La base en general está constituida por rocas calcáreas y arenas grises, rubias y castañas (cono de deyección).

- Fig. 1. — Alto de la quebrada de Chorrillos (Los Andes). A los 4.300 metros de altura. En la margen derecha se observa el camino nacional a Chile. En este lugar se tienen afloramientos de rocas viejas (esquistos cristalinos y granito) que en gran parte se hallan cubiertos por rocas volcánicas efusivas y piroclásticas (traquitas, riolitas, basaltos y tobas). Los escoriales y corrientes de rocas basálticas predominan en el paisaje de este lugar.
- Fig. 2. — Viejas terrazas de la cuenca precuaternaria de San Antonio de Los Cobres. Vista tomada desde Pompeya hacia el nevado de Acay, que debido a las nubes no aparece. A los 3.800 metros de altura. Los Andes. Se ve una parte de la senda o camino nacional a Chile y la raquílica vegetación del valle de las regiones desérticas puneñas.
- Fig. 1. — Angosto de Pompeya (Los Andes). En este lugar, ambas márgenes presentan esquistos filíticos de color verde claro, con fisuras de diaclasa, sumamente astillados y resquebrajados. Presenta filoncillos cuarzosos que los cortan en diversos sentidos, predominando en las secciones de laminación y grietas tectónicas. El cuarzo suele ser aurífero, aunque de ley pobre. En este lugar, el río suele cubrir el angosto, aunque no afectando al camino nacional a Chile, que se encuentra un poco más alto que el cauce y vaguada.
- Fig. 2. — Alto de la quebrada de Chorrillos (Los Andes). Cerca de la represa de la usina hidroeléctrica de la mina "La Concordia". Afloramientos de esquistos, granito y rocas de recristalización en el contacto. En parte cubiertas por corrientes de lavas basálticas. Se ve la senda o camino nacional a Chile.
- Fig. 1. — Alto de la quebrada de Chorrillos (4.350 metros de altura. Los Andes). En este lugar se tienen afloramientos (en el corte del camino nacional a Chile) de esquistos, granito y ejemplos de "enclaves". Cerca de los conos de efusión de las rocas basálticas que suelen cubrir gran parte del paisaje. En la vaguada se ven los bloques de basalto que por desprendimientos y arrastres del hielo y del agua, suelen, más abajo y cerca de Pompeya, formar grandes depósitos (campos basálticos).
- Fig. 2. — Abra o portezuelo de Chorrillos (Los Andes) a los 4.480 metros de altura. A la derecha, los terminales de los escoriales y corrientes de rocas basálticas post-pliocenas y cuaternarias provenientes de las diversas efusiones del cono traquiandesítico del volcán San Jerónimo. A la izquierda se tienen rocas traquiandesíticas que en parte cubren los basaltos premencionados.
- Fig. 1. — "Apacheta" del abra o portezuelo de Chorrillos (Los Andes) a los 4.480 metros de altura. La "apacheta" es un montículo de piedras formado en el punto más elevado del portezuelo, donde cambian las pendientes; estas piedras son colocadas por los viajeros regionales. Es una costumbre indígena y en ese lugar se arreglan las cargas de las tropas, se descansa un momento, se desparrama un poco de alcohol u otras bebidas, se deja el "acullico" de coca que se ha ido mascando en el camino y se hacen rogativas a "Pachamama" o la santa tierra, para que sea feliz el viaje.
- Fig. 2. — Corral indígena de la vega de Tocomar. Suele ser este el paradero de los viajeros; jornada terminal, sea desde Cauchari o ya desde San Antonio de Los Cobres. El corral lo forman piedras asentadas en seco "pircas". A los 4.300 metros de altura (Los Andes).
- Fig. 1. — Parte de la vega de Tocomar (Los Andes) a los 4.300 metros de altura. Afloramientos y restos de los estratos de la cuenca precuaternaria de Tocomar. Los niveles superiores lo constituyen materiales eólicos y piroclásticos cementados por calcáreos lacustres. Debajo de los referidos sedimentos y no visibles en esta parte, se tienen areniscas inclinadas discordantes con el material superior.
- Fig. 2. — Idem a la anterior. Se divisó a su vez el río Tocomar, la vega y el ciénago, donde, además, se tienen turbales de musgos. La leña es escasa y sólo puede hallarse "pata de perdiz" en las lomas altas.
- Fig. 1. — Vista tomada desde el abra de Chorrillos (4.480 metros de altura) hacia las minas de "La Esperanza". Se pueden divisar los conos traquiandesíticos al fondo. Al frente, las laderas montañosas de ambas márgenes, lo forman los terminales basálticos del cerro San Jerónimo (Los Andes).
- Fig. 2. — Vega y ciénaga de Tocomar a los 4.300 metros de altura. Tipo de la vegetación ubicada en las faldas montañosas de terrenos detríticos (paja amarilla) que toman la forma de media luna; fijan los médanos y mantienen un mayor tiempo la nieve depositada en las épocas de precipitaciones (Los Andes).
- Fig. 1. — Tocomar (Los Andes). Grandes bancos de calcáreos travertínicos hidratogénicos. Material en parte compacto y en otras algo fibroso y abuecado. Presenta concreciones nodulares y pigmentado por diversas sales que le dan un vetado hermoso. Se hallan resquebrajados y presentan fisuras de diaclasa debidas a los movimientos de la costra terrestre. Proviene de las exhalaciones y expulsiones de aguas termominerales del último proceso de la actividad volcánica regional. Pueden emplearse como material ornamental. En las grietas hemos hallado minerales de boro, principalmente ulexita. Cerca de los hervideros actuales.
- Fig. 2. — Mismo lugar que la anterior vista de Tocomar. Al pie de los referidos bancos de calcáreos se encuentran los hervideros o humederos. Vertientes hidrotermales.
- Fig. 1. — Hervideros o vertientes hidrotermales de Antuco (Los Andes). Son numerosos ojos de agua caliente que aun actualmente llevan en disolución ácido bórico o borato, sílice soluble o en suspensión, bicarbonatos y carbonatos alcalino-térreos, sales, etc., formando en la actualidad minerales de boro, "copa" o carbonatos alcalinos y nódulos sílico-calcáreos. Es un ejemplo actual de la génesis u origen de los productos protogénicos de las salinas puneñas. La pendiente pronunciada evita el almacenamiento de las sales solubles. Obreros de la Dirección General de Minas efectuando un cateo.
- Fig. 2. — Vista general de la boratera de Antuco (Los Andes) a los 4.300 metros de altura aproximadamente. Se notan restos de los bancos de calcáreos aragoníticos que en parte han sido corroídos por la acción de las aguas termales.

- Fig. 1. — Angosto de la boratera de Antuco (Los Andes). Cerca de las casas y cuevas del lugar, a unos dos kilómetros aguas abajo del nacimiento y manantiales termales. A la derecha se extiende el campo de Catas, que forma el gran cono de deyección del río Blanco, correspondiente a la red hidrográfica del macizo del Queva.
- Fig. 2. — Vista general de la boratera de Antuco (Los Andes) a los 4.000 metros de altura aproximadamente. Se divisan los antiguos laboreos para la extracción de ulexita. En esta parte el yacimiento presenta un ancho de unos 200 metros. El mineral de boro tiene hasta 100 centímetros de espesor, formado de ulexita en nódulos grandes y poco espaciados entre sí.
- Fig. 1. — Antuco (Los Andes). Bancos de calcáreos travertínicos hidratogénicos. El material es compacto en partes y fibroso en otras. Posee concreciones y vetado de distintos colores, que al pulirlo origina una hermosa piedra para usos ornamentales. Pueden obtenerse bloques de algunos metros cúbicos, aunque se encuentra resquebrajado por los movimientos de la costra terrestre.
- Fig. 2. — Antuco (Los Andes). Un bloque de calcáreo travertínico desprendido de los bancos del mismo material. Se puede observar microscópicamente algo de su textura. En el Museo de la Dirección General de Minas se encuentran expuestos algunos ejemplares pulimentados.
- Fig. 1. — Quebrada de Antuco. Areniscas y material volcánico cementadas por calcáreos. Parte extremo sur de los bancos de travertinas aragoníticas mencionadas en la lámina X. Se ven cuevas piradas por lajas o loss del material premencionado. En ellas residieron los mineros que explotaron la boratera y viven actualmente los *pastores*.
- Fig. 2. — Antuco (Los Andes). Conglomerados de trozos de rocas volcánicas cubiertos por los bancos de calcáreos hidratogénicos de la quebrada de Antuco. En la vaguada corre el río y se tienen afloramientos de ulexita.
- Fig. 1. — Antuco (Los Andes). Angosto de la quebrada por donde corre el río originado en las vertientes termales. Se divisan a ambas márgenes los restos de los bancos de calcáreos hidratogénicos del viejo lago. El río se encuentra congelado (mediados de junio de 1927). El mineral de boro ocupa todo el ancho del cauce. Se notan algunos "adobes" fabricados para la construcción de las casas nuevas.
- Fig. 2. — Antuco (Los Andes). "Pircas" de trozos de mineral de boro (ulexita) construidas por los viejos concesionarios que explotaron el yacimiento. Pueden verse los grandes nódulos de ulexita utilizados, que por otra parte demuestra la condición de ser más barato emplear ese mineral que hacer "adobes" o acarrear piedras.
- Fig. 1. — Antuco (Los Andes). Casas de reciente construcción, formadas de trozos de lajas (areniscas y lapillos cementados por calcáreos) y trozos de calcáreos asentados en barro. Techados con paja y cubierto el todo por una capa de arcilla, arena y mineral de boro que forma una mezcla blanquecina.
- Fig. 2. — "Cuovos de Antuco" (Los Andes). Refugios de pastores y antiguos mineros que explotaron las borateras.
- Fig. 1. — Disyunción en bolas o esferoidal en el granito de Potrerillos, cerca de Los Negros de Acaesqui (Los Andes).
- Fig. 2. — *Idem* a la anterior. Un ejemplar o bloque de granito redondeado, mostrando los fenocristales de feldespato que sobresalen del conjunto apareciendo como un bloque conglomerádico (un poco más de dos metros de diámetro).

LÁMINA I
 LÁMINA II
 LÁMINA III
 LÁMINA IV
 LÁMINA V
 LÁMINA VI
 LÁMINA VII
 LÁMINA VIII
 LÁMINA IX
 LÁMINA X
 LÁMINA XI
 LÁMINA XII
 LÁMINA XIII
 LÁMINA XIV