

MEMORIAS CIENTÍFICAS I LITERARIAS.

JEOLÓJIA.—El desierto de Atacama; su jeolojía, sus productos i minerales.—Comunicacion de don Amado Pissis.

I.

IDEA JENERAL.

Se considera jeneralmente el desierto de Atacama como un estenso llano encerrado entre dos cordilleras: la de la Costa i la cordillera de los Andes. Esta idea está mui lejos de ser exacta. La parte interior del desierto no se compone únicamente de llanuras; contiene además numerosas serranías que se estienden de una cordillera a otra i la dividen en grandes hoyas hidrográficas limitadas por cadenas transversales, cuya direccion es aproximativamente la del nor-oeste al sur-este.

Entre los paralelos 23 i 27 existen 4 de estas hoyas, en las cuales se ven todavía los cauces de los antiguos rios que regaban estas estensas rejiones. La del norte abraza todo el espacio encerrado entre los cerros de Naguayan, de Caracoles i de Atacama por el norte; al este está limitada por la parte de la cordillera de los Andes, que se estiende desde el volcan de Licancaúr hasta el Llullaillaco i está cerrada al sur por un cordon que parte de la cordillera de Varas i se dirige hácia los cerros de los Cordones i del Cobre, rematando en la costa por los de Jara i Jorgillo. Esta vasta hoya viene a desembocar cerca de Antofagasta por una honda quebrada llamada de la Negra, i comprende en el territorio chileno las llanuras que se acercan mas al grado 24, a saber: las de Palestina, de Aguas Blancas i una parte de la quebrada de Mateo.

La segunda hoya, la de Cachiyuyal, principia al sur del cerro del Cobre i de la cordillera de Varas; tiene por límite, al este, las cordilleras de Vaquilla hasta el Chaco, i desde este cerro la cumbre de los Andes hasta el volcan de Doña Inés; de éste se desprende el cordón que lo limita al sur i viene a pasar por los cerros del Hornillo i de Cachiyuyal.

Esta hoya desemboca en el puerto de Taltal i encierra las mas estensas llanuras del desierto de Chile; las del Profeta, de Cachinal, de Sandon, la quebrada de la Encantada i los llanos de Cachiyuyal.

La tercera hoya es mas reducida i no contiene mas que pequeñas llanuras; tiene por límites, al norte, el cordón arriba indicado; se estiende al este hasta el volcan Doña Inés i el cerro del Indio Muerto; i está cerrada al sur por otro cordón que se dirige hasta el Cerro Negro i Carrizalillo. Se compone de valles angostos i viene a desembocar en frente del Pan de Azúcar.

En fin, la última hoya comprende el cauce del rio Salado i las numerosas quebradas que vienen a desembocar en él.

Su límite sur lo forma el cordón que se desprende del cerro del Azufre, pasa por la altiplanicie de Tres Puntas i se junta con la cordillera de la costa cerca de Las Ánimas. El terreno de esta hoya está fuertemente ondulado i no presenta estensas llanuras, sino valles largos i angostos.

Aunque los cuatro cordones que forman los límites de estas hoyas alcanzan alturas bastante notables, no presentan, en la parte mediana del desierto, el aspecto de cerros escarpados sino mas bien el de lomas redondeadas i de pendientes suaves. De ellas se desprenden numerosas ramificaciones cuyas direcciones jenerales son de norte a sur i de nor-noreste a sur-suroeste. Estas ramificaciones subdividen las grandes hoyas en llanos mas pequeños; algunos de ellos son enteramente cerrados i tienen todos los indicios de haber sido ocupados por antiguas i estensas lagunas.

Tal es la estructura jeneral del desierto. Las llanuras ocupan un nivel tanto mas alto cuanto mas se acercan a la cordillera de los Andes; i a una distancia como de 100 quilómetros de la costa su altura sobrepasa a la de la cordillera marítima; así es que desde el mar el terreno va levantándose gradualmente i de un modo casi uniforme. El llano de Cachiyuyal, que dista de la costa como 60 quilómetros, está a una altura sobre el nivel del mar de 1371 metros, mientras que el de Cachinal de la Sierra, que dista, poco mas o menos, 100 quilómetros, llega a 2270 metros. El primero de una pendiente média de 22,8 por 1000 i el segundo de 22,7 por 1000.

Esta disposicion del terreno se presta mucho a la construccion de vías férreas, tanto mas cuanto que el suelo, compuesto en su mayor parte de aluviones, no exige para los temporales ningun trabajo costoso.

II.

JEOLÓJIA.

La estructura jeológica del desierto de Atacama presenta una regularidad mui notable. Las diferentes formaciones se hallan dispuestas por fajas paralelas, dirigidas aproximativamente de norte a sur; de tal modo que por cualquiera parte que se atraviere el desierto, se encuentran las mismas formaciones, sucediéndose en un mismo orden.

Cerca del mar i formando la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, existen rocas estratificadas que se refieren todas a las épocas azoicas i paleozoicas; son gneis, esquistos, silizeosas grawaque i arenisca colorada. Estas rocas en estratos, siempre mui inclinadas, son cortadas mui amenudo por masas plutónicas, entre las cuales se hacen notar las sienitas i las labradoritas.

Estas últimas se encuentran sobre todo cerca del mar, endonde forman la mayor parte de los arrecifes, así como algunas pequeñas islas.

Al contacto de estas masas plutónicas, las rocas estra-

tificadas han sido profundamente alteradas en su estructura i en su composicion: tienen casi siempre el aspecto de pórfidos i son atravezados por numerosas venas de cuarzo i de epidota, de tal modo que es difícil reconocerlas a primera vista, pues fuera de la estratificacion no conservan casi ninguno de sus caractéres primitivos.

A una distancia de la costa, que varia entre 12 i 14 quilómetros, las rocas plutónicas principian a predominar, dejando al poniente la faja angosta ocupada por las formaciones estratificadas, i se extienden desde esta faja hasta el pié de los Andes, ocupando casi solas toda la depresion central.

Cerca del contacto de las formaciones estratificadas, los cerros formados por las rocas plutónicas presentan un aspecto especial. Son atravesados por numerosas líneas de un color oscuro, que conservan entre sí un cierto paralelismo i que han valido a algunos de ellos la denominacion de Cerro Vetado. Estas líneas no son otra cosa que grandes trozos de las formaciones estratificadas, que han sido despedazadas i envueltas por la masa plutónica.

La naturaleza i la edad de estas masas plutónicas no es la misma en toda la estension del desierto, i se suceden en cierto órden, estando las menos antiguas situadas mas al este, sobre todo, la vertiente oriental de la cordillera de la costa, i formando el eje de esta cadena de montañas aparecen las rocas sieníticas. Estas se hacen mas escasas en la gran depresion central i dejan poco a poco el lugar a los pórfidos aujíticos i a las rocas amigdalarias, las cuales son sustituidas a su vez por las traquitas; en fin, en las partes mas altas de la cordillera de los Andes, se encuéntran las traquitas modernas, las pomes i las lavas. Es esta la disposicion jeneral de las rocas plutónicas; pero algunas de ellas se dejan ver accidentalmente hasta en la orilla del mar; tales son las sienitas i los pórfidos aujíticos.

Cerca del puerto de Chañaral, se ve a las sienitas cortar

las rocas estratificadas, ya sea formando masas considerables, ya sea en diques, a veces muy delgados, que se estienden entre los estratos como la ramificación de la masa principal. En Taltal son los pórfidos aujíticos los que cortan el terreno estratificado i lo han transformado cerca del contacto en roca amigdalaria.

Las formaciones estratificadas vuelven a aparecer cerca de la base de la cordillera de los Andes; pero estas no son las mismas que se muestran en las inmediaciones de la costa: pertenecen a épocas menos antiguas i descansan casi siempre sobre la arenisca roja. Algunas arcillas coloradas que parecen referirse a la formación del trias, son las primeras que se ven apoyarse sobre la arenisca roja i después de haber pasado la rejion ocupada por las masas plutónicas. Algunas veces se acercan bastante a la cordillera de la Costa i se puede verlas cerca de las minas del Paposo, en las salitreras de Cachinal i en las de Aguas Blancas. Mas al este, i estendiéndose sobre la falda de la cordillera de los Andes, aparecen las formaciones calcáreas de la época jurásica. En toda esta rejion los terrenos estratificados han experimentado numerosos levantamientos, son despedazados por las rocas plutónicas i no se presentan sino en fajas mas o menos anchas que se estienden en la dirección de los cordones trasversales i se acercan así, mas o menos, a la cordillera de la Costa, o como sucede con la formación calcárea de Tres Puntas, la de la Florida, que se aproxima todavía mas al mar, las de la Encantada i de Sandon, retirada mas al este; en fin las de Cachinal de la Sierra i de la Palestina. En todas estas fajas, la formación calcárea se presenta con los mismos caracteres que en las inmediaciones de Copiapó o de Tres Puntas. La parte interior se compone de areniscas calcáreas i de jaspes, i mas arriba aparecen las margas i los calcáreos con sus numerosos fósiles.

Tal es el conjunto de las formaciones antiguas que presenta el desierto. Cerca de la costa las rocas estratificadas

paleozoicas en la parte mediana; las rocas plutónicas, la formacion jurásica sobre la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, i en la parte mas alta de esta vasta aglomeracion de montañas, las formaciones volcánicas en medio de las cuales se levantan los volcanes apagados del Asufre, de Doña Inés, del Chaco i del Llullaillaco. Pero hai otra formacion mucho mas moderna i que imprime al desierto su aspecto característico. Lo que llama sobre todo la atencion, cuando se penetra por primera vez en la rejion central, es la desnudez i uniformidad de esta rejion, los llanos i los cerros cubiertos de una capa de arena o de piedrecitas sueltas. Cuando se examina con atencion estas piedrecitas, se ve que conservan todos sus ángulos i que no pueden provenir de aluviones semejantes a los que cubren los llanos del sur de Chile.

Además, se ven levantarse, de distancia en distancia, grande peñascos de formas estrañas que figuran ruinas de antiguos edificios, con sus ventanas i sus agujas altas i delgadas, que contrastan con las formas redondeadas i unidas de los cerros. Toda esta inmensa cantidad de terreno desagregado i estos estraños peñascos, son el resultado de la destruccion de las rocas plutónicas. Mientras los cerros se desmoronaban poco a poco, las partes mas resistentes quedaban sobresalientes i formaban estos raros peñascos. La causa principal de esta destruccion es debida a los cambios repetidos de temperatura. Las rocas plutónicas sometidas durante el dia a la accion permanente del sol, se calientan hasta llegar a mas de 50°, i por la noche se enfrian con rapidez, llegando a 2 o 3° en el verano i bajo 0 en el invierno. Resultan de estos cambios dilataciones i contracciones repetidas; las rocas se rajan en todo sentido i perdida su firmeza acaban por desmoronarse. Las que ocupan la cumbre de los cerros se dividen en hojas i se abren como un libro; otras se dividen en capas concéntricas que se desprenden de la masa i caen al pié en forma de pequeñas

escamas, que se deslizan sobre las pendientes i cubren la falda de los cerros; al fin, interviene la accion del aire sobre las rocas felspáticas, el felspató se cambia en caolina i todas estas escamas se reducen a menudo polvo.

Uno solo de los elementos que constituyen estas rocas resiste a la destruccion; es la sílice, bajo la forma de cuarzo o de calcedonia. En los puntos donde existen las amigdalarias, (i éstas acompañan siempre a los pórfidos o las traquitas), las numerosas calcedonias que contienen quedan en la superficie del suelo i es éste el oríjen de las que se encuentran desparramadas en tan grande cantidad, que a veces suelen cubrir estensos llanos. En fin, los raros pero fuertes aguaceros que suelen caer en el desierto arrastran a los llanos todo este terreno sin consistencia, i con el tiempo forman las espesas capas que lo cubren. A estas mismas causas deben atribuirse las formas redondeadas i lo poco pendiente de los cerros, puesto que las partes salientes son las mas espuestas a la accion del sol i las que destruyen mas pronto. A esta gran formacion de terreno desagregado se refieren otros depósitos que en vista de su importancia merecen ser estudiados con mas detencion.

III.

DEPÓSITOS DE SALITRE.

Los depósitos de salitre se hallan esparcidos en la parte central del desierto, desde los 26° 30', hasta cerca del 24°. Están situados en las cabeceras de los llanos que vienen a desembocar en las grandes hoyas hidrográficas, o en llanuras cerradas por todos lados i que parecen haber sido ocupadas por antiguas i estensas lagunas. No se encuentran sino a cierta distancia de los cauces de los antiguos rios; i tanto en los valles como en las llanuras, la parte mas rica no se halla en el centro, sino en las pequeñas lomas

que los rodean. Esta circunstancia parece ser consecuencia de la gran solubilidad del nitrato de soda; en las partes mas bajas, donde vienen a estancarse las aguas de las lluvias, éstas deben de haber estado en cantidad suficiente para disolverlo, sumerjirlo por filtracion, i llevarlo a la profundidad.

Los terrenos en los cuales existe el salitre pueden reconocerse por ciertos caractéres; i desde luego se presentan bajo dos aspectos del todo diferentes. Los conocidos bajo el nombre de salares i que se reconocen a gran distancia por la cantidad de sal que forma la superficie del terreno.

Esta sal que forma la capa mas superficial se presenta formando masas redondeadas, sobresalientes i llenas de cavidades que son compuestas de sal, de sulfato de soda i de cal, i mezcladas con una cantidad mas o menos grande de tierra.

Es debajo de esta capa de sal endonde se encuentra el salitre en capas jeneralmente delgadas i cuyo grueso varia entre 1 i 5 decímetros. Su color es oscuro, su estructura porosa i contiene siempre una cierta cantidad de tierra. La parte central de estos salares es pobre en salitre i es solo en las orillas donde aparece mas puro i en mayor cantidad.

En los terrenos de segunda clase, el salitre no aparece en la superficie. Está formada por una capa de tierra i piedrecitas que lo ocultan a la vista; pero hai dos indicios ciertos que indican su presencia bajo esta capa de tierra. El primero es la existencia de pequeños hoyos naturales que aparecen de distancia en distancia, sobre toda la superficie del terreno. Esto se encuentra sobre todo en las partes mas bajas donde el suelo presenta alguna depression, en que las aguas podian estancarse i disolver el salitre; desapareciendo esto, el terreno tenia que hundirse i formar hoyos. El segundo indicio se manifiesta por las numerosas rasgaduras que aparecen en la superficie del

suelo i que cruzándose en todo sentido lo dividen en una infinidad de pequeños polígonos que le dan un aspecto mui estraño, puesto que las piedras vienen a juntarse en estas rasgaduras i forman los dibujos mas raros. Tan singular aspecto es el resultado de la contraccion de las masas de salitre que al cristalizarse han disminuido de volúmen, dividiéndose en anchos prismas, i esta division se ha estendido hasta la superficie del suelo.

Se ha considerado tambien la presencia de las calcedonias como un indicio de la existencia del salitre, i es cierto que se encuentra en mui gran cantidad en algunas salitreras; pero hai tambien muchas otras en las cuales no aparecen; i si se tiene presente lo que se ha dicho anteriormente sobre el oríjen de estas calcedonias, se verá que no pueden tener ninguna relacion con la existencia del salitre.

Debajo de la capa de tierra, cuyo grueso varia desde 1 hasta 5 o 6 decímetros, se encuentra un terreno claro, compacto i formado en su mayor parte de yeso i de piedrecillas, al cual los salitreros dan el nombre de *costras*. Su grueso suele tener desde 2 hasta 4 decímetros; i es debajo de esta costra endonde se halla el salitre. Este se presenta en capas mui irregulares, cuyo grueso varia desde 1 i 2 decímetros hasta mas de 2 metros: la misma irregularidad se hace notar en la calidad del salitre.

En ciertos trechos de un mismo depósito, se presenta mui compacto i mezclado solo con sal i sulfato de soda; mientras que en otros se halla mezclado con una cantidad mas o menos grande de tierra. Debajo del salitre se encuentra a veces otro terreno mui parecido al que forma la costra; otras veces es la roca misma que forma los cerros inmediatos la que sirve de asiento. Es de notar que en este último caso el salitre es mucho mas puro que cuando descansa sobre capas de yeso.

Entre los depósitos de salitre actualmente conocidos, el mas cercano al mar es el que se halla situado cerca de

la aguada de Cachiyuyal. Principia como a 6 quilómetros al sur-este de dicha aguada i se estiende hasta el cerro del Hornillo.

Está situado sobre una loma de poca altura que se levanta al poniente del cauce del antiguo rio de Cachiyuyal, formando una faja angosta de 50 a 60 metros de ancho, sobre una estension de cerca de 8 quilómetros. Es en la parte mediana donde el depósito de salitre alcanza su mas grande espesor i tiene cerca de un metro, pero va disminuyendo gradualmente al alejarse de esta línea média. Este salitre es de color amarillento, contiene mucha sal i su lei no pasa de un 25 por ciento.

Caminando hácia al nor-este i como a 26 quilómetros de la aguada de Cachiyuyal, se encuentra la salitrera de Gonzalez. Está situada en una pequeña depresion entre las lomas que se levantan al norte del camino de Cachinal de la Sierra; su estension es pequeña, el depósito mui irregular, pero con salitre de mui buena calidad, aunque mezclado con una cierta cantidad de arena; descansa inmediatamente sobre la roca porfírica en la cual forma como especie de vetas.

Continuando al norte i después de haber atravesado un alto llano cubierto de calcedonias, se encuentra la salitrera de Baron, situada como 12 quilómetros de la anterior. Esta salitrera ha sido mui poco conocida. En un hoyo, que tiene poco mas de un metro, se ve el salitre que descansa tambien sobre la roca porfírica i en la cual penetra hasta una pequeña profundidad. El salitre, mezclado con una cantidad de arena cuya proporcion varia desde 20 hasta 25 por ciento, es blanco, mui puro i la lei de la parte soluble pasa de 45 por ciento.

Las salitreras en las cuales se han hecho mas trabajos de reconocimientos son las de la compañía Calleja, Guzman, etc. Se hallan situadas al norte de la anterior i a una distancia de cerca de 16 quilómetros. Ocupan un llano estenso encerrado entre lomas i cerros i cuyo centro

parece haber sido ocupado por una laguna. En esta parte central no existe sino una capa mui delgada de salitre; pero acercándose a los cerros, el depósito toma mucho mas importancia. En la parte sur se puede observar su espesor, gracias a los numerosos hoyos que se han hecho, i cerciorarse que pasa siempre de un metro i alcanza a veces a 2 metros 60 centímetros. El salitre es mui compacto, de color amarillento; contiene bastante sal i sulfato de soda i su lei, sacada de várias muestras, varia entre 23 i 30 por ciento. Esta capa de salitre descansa sobre una roca bastante dura, compuesta de yeso i de piedrecillas. Las pertenencias del norte, conocidas bajo el nombre de Tercera salitrera, contiene la misma clase de salitre; pero la capa de éste es mas delgada i apenas pasa de un metro. En las partes en que ha sido reconocido se la ve descansar a veces sobre la misma roca que la anterior; i otras veces sobre un pórfido descompuesto, i se nota que en este último caso, la calidad del salitre es mejor.

Después de haber pasado las lomas que cierran hácia el norte la segunda i tercera salitra, se llega a otro llano mui estenso, en el cual se ha descubierto últimamente un nuevo depósito de salitre. No se han hecho hasta ahora sino mui pocos trabajos de reconocimiento, i éstos en la parte oriental del llano. La situacion i la clase del salitre, tienen la mayor analogía con lo que se ve en la salitrera de Baron. Lo mismo que en esta última, el salitre está mezclado con una cierta cantidad de arena; pero es de calidad superior, contiene poco de sal i de sulfato de soda, i su lei pasa de 40 por ciento.

En fin, al este de estas salitreras i caminando en direccion a Cachinal de la Sierra se encuentran otros dos depósitos. El de la Descubridora de Bañado, distante como 24 quilómetros de la aguada, está situado en un llano que tiene 12 quilómetros de largo sobre 3 o 4 de ancho. La capa de salitre ha sido reconocida en algunos puntos i su grueso es de cerca de un metro. El salitre es de color

un poco rojo, bastante puro, puesto que dos muestras han dado el ensaye de 36 i 42 por ciento. El segundo depósito, conocido con el nombre de Primera salitrera, de la compañía Guzman, es mucho menos importante, de poca estension i situado entre unas lomas situadas al sur de la Descubridora. Se han hecho en él mui pocos trabajos de reconocimiento, de modo que es mui difícil formarse una idea exacta de su importancia. En algunas escavaciones he hallado salitre, pero en otras solo sulfato de soda.

Tales son las salitreras llamadas de Cachinal. Las dificultades de todas clases i lo costoso de los trabajos, no han permitido hacer todos los reconocimientos necesarios para juzgar de su importancia. Las mas de las veces los descubridores se han limitado a poner el salitre a la vista, sin tratar de ver cual podia ser su espesor, ni su calidad mas interior. Por otra parte, la gran irregularidad de estos depósitos exijiria numerosos trabajos para que fuese posible formarse una idea exacta de las cantidades existentes; pero de estos pocos reconocimientos resultan dos hechos bien establecidos: el primero es que la parte mas rica no se halla en la parte central de los llanos sino en la circunferencia, donde el terreno presenta un cierto declive i se acerca a los cerros. Bajo este punto de vista, los trabajos de los descubridores no han sido siempre bien dirigidos i han dejado a un lado las partes mas importantes. El segundo hecho es la gran estension que ocupan estos depósitos; pues, principian a encontrarse cerca de la base oriental de la cordillera de la Costa i se estiende hasta el pié de los Andes, ocupando todas las llanuras que existen en este intervalo.

IV.

SALITRERAS DE AGUAS BLANCAS.

Por los 25°6' i a 65 quilómetros, en línea recta de la costa, principia un estenso salar que llega al sur hasta la vega de Aguas Blancas i contorneando unos cerros se estiende

al este hasta el punto llamado las Cuevitas o Agua Dulce, ocupando así del oeste al este una estension de 38 quilómetros i como 16 de norte a sur. Debajo de la capa de sal, que forma la superficie de este salar, se encuentra el nitrato de soda en capas delgadas de 1 a 2 decímetros, algo impuro i mezclado con tierra, sal i sulfato de soda; pero en las orillas esta capa toma mayor espesor, se hace mas compacta i alcanza a 5 i 6 decímetros; al mismo tiempo la calidad se mejora i las muestras sacadas de algunas escavaciones han dado una lei de 23 por ciento.

Los salitres de esta rejion han sido hasta ahora mui poco reconocidos. Se nota en jeneral que la calidad va mejorándose en la parte sur, o cerca de la vega i mas todavía al sur-este de éstas, en direccion a la cordillera de Varas. Es la parte que, segun todas las indicaciones, presenta mas probabilidades de encerrar ricos depósitos, pues es sabido que en el medio de los salares el salitre no existe o se halla en capas mui delgadas i de mala calidad. Es, pues, en las orillas, al oeste, al sur i al este donde deben hacerse los conocimientos.

V.

DEL ORÍJEN DEL SALITRE.

No estará de mas entrar aquí en algunas consideraciones sobre el oríjen del salitre, puesto que de ellas pueden deducirse algunas consecuencias que facilitarán los descubrimientos. La presencia de la sal comun o cloruro de sodio en todas las salitreras, la existencia de este cuerpo sobre vastas superficies, como sucede en el salar de Aguas Blancas, induce a establecer cierta relacion entre el mar i estos depósitos i a considerarlos como antiguas formaciones marinas; pero si se estudia con mas atencion la situacion de los depósitos, de salitre, así como las materias que se encuentran en ellos, si se nota que en ninguno de ellos existe ni formacion calcárea ni ninguna roca estratificada como debe-

ria ser si se hubiesen depositado en alguna antigua bahía; si, en fin, advertimos que ninguno de ellos ha presentado vestigio de conchas marinas, se viene en cuenta de que en realidad no hai otra analogía entre las salitreras i los depósitos formados en el mar, que la de la presencia de la sal. Además, en muchas partes el salitre está mezclado con piedrecillas cuya presencia aleja toda idea de un depósito formado lentamente en medio de las aguas o por evaporacion de éstas. En lugar de ocupar las partes mas bajas del terreno, acumúlanse por el contrario sobre las lomas o sobre los cerros de mucha altura, como sucede en las minas de Paposo i hasta en la cordillera de Maricunga, a mas de 4000 metros de altura, donde suele encontrarse. Queda así puesto en claro, que su oríjen es enteramente local, que no ha sido llevado en ninguna parte i que se ha formado en el lugar mismo en que se halla. Se trata ahora de indagar de dónde pueden provenir los elementos que constituyen el nitrato de soda, así como los otros cuerpos que lo acompañan siempre, como son el sulfato de cal, el de soda i el cloruro de sodio. Estos elementos constitutivos son la soda, la cal, el ácido nítrico, el azufre i el cloro.

Todas las salitreras se encuentran rodeadas de cerros compuestos de rocas felspáticas i la arena que cubre los llanos, así como la falda de los cerros, tiene la misma composicion. Los felspatos que forman estas rocas son el labradorita, el albita i el oligoclasa: el labradorita contiene una gran cantidad de cal; el albita, de 8 a 10 por ciento de soda; i el oligoclasa, soda i potasa. Se tiene, pues, en ellos, las bases de las sales que se encuentran en las salitreras i solo faltan los ácidos. Todas estas rocas contienen piritas que al oxidarse han podido suministrar el ácido sulfúrico. Se sabe, por otra parte, que el cloro se produce siempre en gran cantidad en las emanaciones volcánicas i que muchas de las aguas que salen de en medio de las traquitas contienen gran cantidad de cloruro.

La formacion del ácido nítrico parece a primera vista presentar mas dificultad; pero las esperiencias de Cloes han establecido de un modo certero que los carbonatos alcalinos, en presencia de materias que pueden oxidarse, tienen la propiedad de condensar los elementos del aire atmosférico i transformarlo en ácido nítrico. Por otra parte, es sabido que los felspatos bajo la influencia del aire se cambian en caolina, abandonando así sus bases alcalinas que pasan al estado de carbonato, mientras que los silicatos de hierro de la mica, de la aujito i de la anfibola se oxidan. Se hallan pues realizadas en esta descomposicion las condiciones requeridas para producir el ácido nítrico.

Si se tiene presente lo espuesto anteriormente sobre la rapidez de la descomposicion de las rocas del desierto, será mui fácil comprender la formacion del salitre i su situacion en la base de los cerros. Las rocas, demorándose poco a poco, se reducen a una arena gruesa que se estiende sobre la falda de los cerros i que las raras pero fuertes lluvias del desierto arrastran hasta los llanos. Esta arena felspática experimenta la descomposicion ya indicada i se reduce a una tierra compuesta de caolina, óxido de hierro, sulfato de cal, cloruro de sodio i carbonato de soda. Este último se cambia a su vez en nitrato i cuando caen otros aguaceros, las sales mas solubles son llevadas por las aguas de infiltracion hasta la base de los cerros, mientras el sulfato de cal, mucho menos soluble, queda mezclado con la caolina. Esta capa de sulfato de cal i arcilla que forma la costra de las salitreras se halla no solo en los llanos sino hasta en la cumbre misma de los cerros, i en cualquier parte en que se quite la arena superficial, se halla una materia blanca, porosa, formada en su mayor parte de sulfato de cal. Cuando las aguas de infiltracion vienen a evaporarse, las sales que tenian en disolucion se cristalizan i así se explica cómo el salitre se

halla siempre mezclado con cantidades mas o menos grandes de tierra i de arena.

Queda, pues, establecido que el salitre no puede provenir sino de la descomposicion de las rocas felspáticas; i como estas rocas son las que forman la parte central del desierto, desde el rio Salado hasta el grado 24, queda fuera de duda que a mas de los depósitos de salitre actualmente conocidos, deben existir muchos otros, tanto al sur del grado 26 como al sur del 25; i será fácil hallarlos dejándose guiar por los indicios mencionados mas arriba.

VI.

CANTIDAD DE SALITRE.

Los trabajos de reconocimiento que se han hecho hasta ahora, tanto en las salitreras de Cachinal como en las de Aguas Blancas, son tan insuficientes que seria temerario tratar de avualar aún aproximativamente la cantidad de salitre que pueden contener. Todo lo que puede asegurarse es que esta cantidad es sumamente grande, i para dar una pequeña idea de lo que puede ser, me limitaré a las dos pertenencias descubridoras de la segunda i tercera salitreras de la compañía Guzman, que son las que han sido mejor reconocidas.

Estas pertenencias comprenden 600 hectáreas, o 6.000,000 de metros cuadrados. En muchos hoyos hechos al acaso, el espesor del salitre varia entre un metro i 2 metros 50 centímetros, de modo que quedaremos muy abajo de la realidad tomando un metro por término medio de este espesor; lo que corresponde a 6.000,000 de metros cúbicos; i como la densidad del salitre es dos veces la del agua, estos 6.000,000 millones de metros cúbicos corresponden a 240.000,000 de quintales de salitre bruto, i suponiendo en este una lei de 20 por ciento son 48.000.000 de quintales de salitre refinado. En el caso de una produccion

anual de 1.000,000 de quintales, se ve que estas dos pertenencias no serian agotadas antes de 48 años. No hai, pues, exajeracion al decir que el desierto de Atacama chileno puede proporcionar grandes cantidades de salitre para mas de un siglo.

VII.

MEDIOS DE ESPLOTACION.

Aunque convenga dejar a la intelijencia de los dueños de salitreras el escojer los medios mas adecuados para aprovecharlas, hai algunas indicaciones que pueden ser de útil conocimiento.

Los depósitos de salitre no son formaciones que puedan compararse con las de carbon de piedra o de cualquier otro mineral estratificado. Son sumamente irregulares, tanto en su espesor como en su calidad; i como en toda industria lo mas importante es amortizar los primeros gastos, la explotacion debe principiar por los puntos en los cuales el salitre esté de mejor lei, lo que exige que se haga un reconocimiento previo, pero poco costoso, si se considera que el salitre se halla siempre a poca profundidad i que la costra es en jeneral mui blanda.

Los métodos conocidos hasta ahora para saber la lei de los salitres son o mui complicados o dejan que desear bajo el punto de vista de la exactitud. He buscado uno que fuese un poco mas sencillo i bastante exacto para que esté al alcance de todos los que se ocupan en la industria del salitre, es el siguiente: se mezcla perfectamente el salitre con igual peso de carbon i se calienta en un crisol hasta el rojo oscuro; todos los nitratos se cambian en carbonatos; en seguida se deshace en agua i se lava sobre un filtro hasta que el agua que sale no tenga reaccion alcalina; entonces se avalúa la cantidad de carbonato por el método conocido de la alcalimetría, i de esto se deduce

la del nitrato, partiendo de este dato: que 1000 de carbonato equivalen a 1602 de nitrato. Este método es tan sencillo que puede practicarse en las mismas salitreras. Además se puede conocer aproximativamente la cantidad de nitrato por las indicaciones siguientes: cuando la lei baja de 15 por ciento, la descomposicion se hace sin deflagracion aparente; entre 15 i 25 es visible, pero de poca intensidad, i de 25 a 40 es bastante viva; pasado 40 por ciento es tan viva que hai proyeccion i es menester para evitarla aumentar la cantidad de carbon i tomar dos veces el peso del salitre que se desea ensayar. En fin, es menester no calentar demasiado el crisol porque una parte del sulfato se cambiaria en sulfuro i los resultados dejarian de ser exactos.

Todo el beneficio del salitre descansa sobre la propiedad que tiene el nitrato de soda de disolverse en cantidad mucho mas grande en el agua caliente que en el agua fria. A la temperatura de 10° el agua disuelve 0,78 de nitrato de soda, mientras que a 100° disuelve 1,77; esta diferencia de 0,99 es lo que se separa i cristaliza cuando viene a enfriarse. El combustible es, pues, de primera necesidad i forma el principal gasto de este beneficio. Talvez seria posible sustituirle la accion del sol: no seria dificil durante el dia i en aparatos especiales hacer llegar la temperatura del agua a 60°; en este caso disuelve 1,31 de nitrato i al enfriarse podria dejar 0,53 de salitre refinado.

Las calidades de salitre mas provechosas no son siempre las que tienen la mejor lei. Los salitres compactos se disuelven con dificultad i necesitan el empleo de una máquina chancadora para reducirlos en pequeños pedazos; mientras que los salitres mezclados con una cierta cantidad de arena se disuelven con la mayor facilidad.

Es de preverse que en algunas salitreras no se halle el agua suficiente para el beneficio: en este caso seria menester establecerlo cerca de las aguadas mas inmedia-

tas; pero no debe permitirse que se establezcan muy cerca ni en la parte superior, porque los residuos, infiltrándose en la tierra, irían a mezclarse con el agua dulce i la harían impropia para los usos domésticos.

Las salitreras suelen contener, además del salitre, algunos productos que en ciertos casos podrían utilizarse; tales son el sulfato de soda que podría servir para la fabricación de la soda i el yodo que se encuentra a veces en cantidad bastante grande para que sea útil extraerlo.

VIII.

MEDIOS DE TRASPORTE.

En tratándose de productos cuyo precio no es muy subido, el buen éxito de la industria exploradora depende en gran parte del valor de los fletes; es, pues, necesario, antes de todo, hallar para las salitreras, vías de comunicacion que permitan un transporte barato. Bajo este punto de vista, las salitreras, sobre todo las del norte, son poco favorecidas; entre los grados 26 i 24, la cordillera de la Costa tiene una altura média de 1200 metros i no presenta en toda esta distancia mas que tres cortes por los cuales sea posible establecer una comunicacion con el interior. El situado mas al norte es el de la quebrada de Remiendos, que ha sido ya estudiado por una comision especial i se presta fácilmente al establecimiento de un camino carretero; pero presentaria dificultades para un ferrocarril.

Esta quebrada principia en la costa por los 24° 21'; toma durante un corto trecho la direccion del noreste i después cambia de rumbo tomando el del este-sureste que sigue hasta los primeros llanos. La distancia de estos a la costa es de 28 a 30 kilómetros. Mas adelante i hasta llegar al portezuelo de los Cardones, el terreno no presenta dificultades; pero la subida al portezuelo es bastante larga i del otro lado hai que bajar otro tanto. La dis-

tancia desde la entrada al llano hasta el portezuelo es de 46 kilómetros, i desde este punto hasta la vega de 22; de tal modo que las carretas tendrán que recorrer una distancia de 96 kilómetros para llegar hasta la costa i, tomando en cuenta las dificultades del camino, cada carreta no podría cargar mas de 40 quintales.

La quebrada de Papos, situada en el grado 25, presenta todavía mayores dificultades i seria costoso establecer en ella un buen camino carretero.

En fin, por los 25' 24', se abre la quebrada de Talca: en esta parte, la cordillera está enteramente cortada i el terreno se levanta gradualmente desde el mar hasta el pié de los Andes. La altura de la aguada de Cachiyuyal, situada a la entrada de los llanos, es de 1371 metros, i la distancia al mar de 60 kilómetros, lo que da una pendiente média de 21 por 1000.

El piso está formado de tierra i cascajo i la pendiente uniforme, a escepcion de un trecho muy corto situado abajo de Las Breas, donde habria una dificultad pero fácil de vencer i con poco costo. Esta quebrada se presta, pues, perfectamente al establecimiento de una línea férrea; i desde la aguada de Cachiyuyal hasta las salitreras de Cachinial la pendiente es todavía menor. La diferencia de altura entre la segunda salitrera de la compañía Guzman i la aguada de Cachiyuyal es de 592 metros, i la distancia entre estos dos puntos como de 40 kilómetros, de lo que resulta una pendiente de 15 por 1000.

Desde las salitreras hasta el mar, el declive es casi uniforme i suficiente para poner los carros en movimiento; así es que el transporte podría hacerse casi sin gasto de fuerza, i solo se necesitaria de ésta para volver los carros vacíos i los objetos de consumo. La quebrada de Talca es pues la única que se presta al establecimiento de una vía férrea que puede corresponder a las necesidades de una gran industria. Un pequeño ramal podría establecerse desde la aguada hasta las salitreras de Bañados i Oli-

vos; pero la línea principal debe dirigirse al norte; porque es aquí endonde están las salitreras mas importantes, i si todo lo hace suponer existen otras mas al norte de las conocidas, la línea podría estenderse con el tiempo hasta las salitreras de Aguas Blancas.

El puerto de Talca parece así destinado a ser el principal centro de la esportacion del salitre, como tambien de los otros productos del interior del desierto i bajo este punto de vista merece toda la atencion del gobierno. Importa sobre todo no hacer concesiones que puedan poner a los explotadores de salitre a la merced de las compañías de trasporte; esto se evitaria imponiendo a la empresa un máximun para el flete i este máximun no debería pasar de 2 centavos por cada 10 quilómetro, pues, de otro modo, la explotacion del salitre no dejaría utilidad suficiente para el establecimiento de esta industria.

IX.

DEPÓSITOS DE GUANO.

Además del salitre, contiene el desierto algunos depósitos de guano de bastante estension. No teniendo los particulares ningun interés en descubrirlos, no se conoce hasta ahora mas que los de las salitreras de la compañía Guzman. Estos depósitos forman dos fajas cuyo ancho i grueso no se ha reconocido, i que tienen cerca de un quilómetro de largo. El guano que contienen difiere mucho de los conocidos i se hace notar por su riqueza en materias orgánicas. La muestra que he traído contiene 26 por ciento de materia orgánica compuesta en su mayor parte de urato de amoniaco; contiene tambien nitrato i fosfato de amoniaco en la proporcion de 9 por ciento, una pequeña cantidad de nitrato de soda i 8 por ciento de fosfato de cal. Por estos resultados se ve que esta clase de guano contiene 42 por ciento de materias fertilizantes i de las mas enérgicas, pues son casi to-

das compuestos amoniacales. Lo demás, es decir, 58 por ciento se compone de arena i de una pequeña parte de óxido de hierro. Como esta muestra ha sido sacada de la superficie, todo hace suponer que mas abajo debe ser mas puro i mezclado con menos arena. Los depósitos de guano del desierto merecen, pues, llamar la atencion por sus calidades especiales; i el dia que haya interés en descubrirlos, no hai duda que se encontraran muchos otros. El medio mas eficaz para fomentar estos descubrimientos, seria dejar enteramente libre la explotacion del guano i establecer sobre él un derecho de exportacion, el cual seria mas provechoso para el estado que el sistema de arriendo practicado hasta ahora.

Lo mismo que para el salitre, los terrenos que encierran depósitos de guano son conocibles por ciertos indicios. Se hallan siempre en las inmediaciones de las salitreras; i allí endonde existen, la tierra toma un color amarillento como si fuese mezclada con mucho óxido de hierro; además estos depósitos son tan superficiales que basta a veces la pisada del caballo para ponerlos a la vista.

X.

BORATO DE SODA I CAL.

Otro producto, que ha de tomar con el tiempo mucha importancia, es el borato de soda i cal que se ha descubierto en algunos puntos del desierto. No se conocen hasta ahora mas que dos depósitos de este mineral, el de la laguna de Maricunga i otro cerca de la laguna de la Ola; pero como es sabido que el ácido bórico es un producto de las emanaciones volcánicas, es de suponer que se debe hallar tambien en las inmediaciones de los otros volcanes de la cordillera, como cerca del Chaco i del Llullaillaco.

XI.

DEPÓSITOS DE METALES.

Las materias que se acaban de indicar son las que ocupan en el desierto una grande estension; pero hai otras muchas valiosas i que se hallan repartidas con profusion: son los depósitos de metales. En efecto, desde el grado 27 hasta el limite de Chile, son pocos los trechos de la cordillera de la Costa que no contengan alguna veta de metal: bastará indicar aquí las minas del Salado, las de Las Ánimas, las del Cerro Negro i de Carrizalillo, las de Cachiuyal, Paposo i el Cobre.

Lo que caracteriza sobre todo esta rejion (la cordillera de la Costa), es la abundancia de los metales de cobre.

Estos ocupan principalmente la parte oriental i se encuentran en los puntos endonde las rocas sieníticas son atravesadas por diques de labradorita i de pórfido aujítico; en jeneral forman vetas situadas entre estos diques i la sienita, o bien sobre su prolongacion, como si la materia cobriza hubiese llenado las grietas producidas por la última roca plutónica. Otras veces se las ve penetrar en esta misma roca i formar en ellas masas considerables, como sucede en Carrizalillo. Hai tambien una diferencia mui notable en la composicion de estos minerales, segun se hallen en relacion con las labradoritas i el pórfido aujítico. En el primer caso, después de haber pasado la parte superior de la veta en la cual se hallan los óxidos, los cloruros i los silicatos, se encuentran los bronce amariellos; mientras que en el segundo caso, son los bronce morados, los sulfuros, el oxidulo i el cobre gris, i es de notar que en este último caso, los metales contienen siempre una cierta cantidad de plata.

Los depósitos cobrizos no están limitados a la cordillera de la Costa; se hallan tambien en la base de los Andes i como los pórfidos aujíticos dominan en esta rejion, los

metales son mas ricos, componiéndose de cobre gris, sulfuro de cobre, carbonato i oxi-cloruro; pero la distancia en que se hallan de la costa así como las dificultades de proporcionarse combustible barato, no han permitido hasta ahora explotarlos con utilidad. Una sola mina, la de Sandon, es el único punto que da lugar a un trabajo seguido.

Es tambien en la vertiente occidental de los Andes i sobre todo en las rejiones donde se manifiestan las rocas de la formacion jurásica donde se encuentran las minas de plata; pues, existe una relacion constante entre las rocas calcáreas, los pórfidos aujíticos o las traquitas i las vetas de plata. Por lo demás, estas ocupan la misma posicion relativa que las vetas de cobre, llenando el intervalo entre la roca calcárea i el dique porfírico i traquítico.

Si se tiene presente lo que se ha dicho anteriormente, tocante a la distribucion de la formacion jurásica en el desierto, será fácil formarse una idea de la situacion que ocupan las vetas de plata.

Se ha visto, en efecto, que esta formacion, además de mostrarse sobre la falda occidental de los Andes, se estiende al poniente siguiendo las cadenas trasversales i llega a veces cerca de la cordillera de la Costa. Los minerales mui conocidos del Chimbero i de Tres Puntas, son un primer ejemplo de esta distribucion sobre las cadenas trasversales. Mas al norte están las minas de la Florida, situadas sobre una faja calcárea que hace parte de la línea anticlinal que encierra al norte la hoya del Salado. Un dique de pórfido aujítico dirigido de este a oeste ha levantado los estratos calcáreos i es en la inmediacion de este dique donde se hallan las vetas de plata.

Mas cerca de la base de los Andes, se encuentra el mineral de Sandon. En fin, en el límite de Chile, cerca del grado 24, están las minas de la Palestina.

Además de estas minas, existen muchas vetas de galeña arjentífera que hasta ahora poco han llamado la aten-

cion por la dificultad de trabajarlas con provecho, i es de esperar que cuando la esplotacion del salitre haya establecido grandes líneas de comunicacion i facilitado los medios de reconocer estas rejiones, estas vetas podrán ser el objeto de importantes trabajos.

XII.

CONCLUSION.

El desierto de Atacama presenta, pues, un vasto campo abierto a la industria minera i merece bajo este punto de vista toda la atencion del gobierno. Si por un lado conviene dejar a la iniciativa particular toda su libertad de accion, hai por otra parte obstáculos que hacen difícil i costosa toda empresa en esta rejion, i que dependen en gran parte de las medidas que tome el gobierno. He señalado ya el puerto de Taltal como el punto mas importante de la costa i la verdadera puerta para penetrar en el desierto, pero no existe hasta ahora ningun medio fácil de trasportarse a este puerto. Los vapores de la carrera no tocan en él, i los mineros que quieren ir a Cachinal u otros puntos del interior, tienen que andar por tierra desde Chañaral, camino largo i deprovisito de recursos, mientras que tocando los vapores en Taltal se abreviaría el camino en dos jornadas, i además la facilidad de proporcionarse todos los objetos necesarios a la vida, atraeria mas pronto numerosos pobladores.

MEDICINA.—*El secreto médico.*—*Memoria de prueba para optar al grado de licenciado en la Facultad de medicina, por don Antonio Burr.*

Señores:

El asunto que me he propuesto desarrollar en la pre-