

BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

N.º 83

DINAMITA NOBEL (Lejitima)

DE LA

Dinamit Actien Gesellschaft vormals Alfred Nobel & Co., Hamburg

Únicos Representantes:

SCHMIDT I WEHRHAHN, Valparaiso

Ajente en Santiago:

CARLOS ROGERS, Huérfanos 1056

WILLSHAW Hnos. i Ca.

VALPARAISO

PARIS

SANTIAGO

Avenida Errázuriz

Faub, Poissonnière, 10

Ahumada 368 a 76

IMPORTADORES

DE

Toda Clase de Herramientas i Artículos

PARA

MINERIA E INDUSTRIAS, AGRICULTURA I CONSTRUCCIONES

OFRECEMOS:

Aceros, Alambres, Arados, Aceites, Fierros, Cañerías, Cementos, Sulfatos, Mangueras, Palas, Pinturas, Tierras de Colores, Zinc, etc.

Maderas Etranjeras i del Pais

SUMARIO.—Una publicacion importante sobre la produccion minera en Chile, por Guillermo Yunge.—*El rio del Chaco*, por L. Darapsky.—*Impuesto sobre el carbon extranjero*, por Alberto Herrmann.—*Los agentes atmosféricos i su obra en el desierto de Atacama*, por Lorenzo Sundt.—*Informe sobre la organizacion de los servicios de minas i sobre la enseñanza de la minería en Francia, pasado al señor Ministro de Chile en Francia, don Enrique Salvador Sanfuentes*, por el ingeniero don Eleazar Lezaeta (continuará).

Para todo lo que concierne a la redaccion i administracion del BOLETIN, dirigirse al Secretario de la Sociedad Nacional de Minería, casilla 1807.

COLABORACIONES

La Redaccion del BOLETIN admite correspondencias i colaboraciones sobre asuntos referentes a la minería nacional i extranjera, reservándose el derecho de desechar las que crea inconvenientes, o de suprimir en ellas las partes que estén en desacuerdo con las opiniones emitidas en el Directorio de la Sociedad Nacional de Minería. Al mismo tiempo, deja a los autores la absoluta i completa responsabilidad por las ideas emitidas en sus artículos.

No se devuelven orijinales. Los seudónimos e iniciales se usarán cuando lo pida el autor. Direccion por correo: Santiago, Moneda, 759, casilla 1807.

Boletin de la Sociedad Nacional de Minería

OFICINA:

759 — Calle de la Moneda — 759

SANTIAGO

Para todo lo que concierne a la redaccion i administracion del BOLETIN, dirigirse al Secretario de la Sociedad Nacional de Minería.

BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente
Cárls Besa

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Director Honorario
ALBERTO HERRMANN

Alcunáte Solar, Cárls
Andrada, Telésforo
Avalos, Cárls G.
Chiapponi, Márcos
Echeverría Blanco, Manuel

Elguín, Lorenzo
Gallardo González, Manuel
González, José Bruno
Lecaros, José Luis
Lira, Alejandro

Mandiola, Adrian
Pinto, Joaquín N.
Pizarro, Abelardo
Santa Cruz, Joaquín
Yunge, Guillermo

Secretario
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

**Una publicación importante sobre la producción
minera en Chile**

Con el título de «La producción en Chile de los metales i minerales mas importantes, de las sales naturales, del azufre i del guano, desde la conquista hasta fines del año 1902», acaba de publicar un interesante libro el distinguido ingeniero señor Alberto Herrmann, ya tan conocido en el país por sus estudios i publicaciones. El Sr. Herrmann ha dado una vez mas en esta obra pruebas de que une, al profundo conocimiento de las cuestiones que trata, lo prolijo i concienzudo para buscar i acumular datos i números i un sagaz espíritu de observación i poder deductivo, que hacen sus trabajos altamente ilustrativos i de gran valor. Este importante trabajo estadístico abarca:

METALES.—Oro, plata i cobre.

MINERALES.—Manganeso, cobalto, plomo i fierro.

SALES NATURALES.—Nitrato de soda o salitre, yodo i perclorato de potas borato o boronatrocalcita i sal comun.

Azufre i Guano.

Consta la publicación de un volumen en cuarto de 81 páginas i cuatro cuadros gráficos que representan de una manera clara i bien visible la producción de oro, plata, cobre i salitre.

Diffícil tarea es la de dar extracto del contenido de esta obra, en que cada línea tiene su valor apreciable i en que no hai un espacio, por pequeño que sea, que no contenga datos importantes. Trataremos, sin embargo de indicar lo que contiene i hacer ver de esa manera el gran valor de la obra, tomando solamente

e allá uno que otro dato, una que otra apreciacion de las que el libro contiene tanta abundancia, porque al querer citar todas las que tienen interes e importancia se tendria que reproducirlo íntegramente.

En la advertencia hace presente el autor que para su nueva publicacion aprovechado la obra que publicó en 1894, titulada «La produccion de oro, plata i cobre en Chile desde la conquista hasta fines de agosto de 1894», haciendo los cambios necesarios del testo i de las reflexiones finales, i agregando la produccion desde 1894 a 1902.

En los gráficos se ha hecho tambien los correspondientes agregados i en el gráfico de la plata se ha estampado la produccion de Caracoles, desde su descubrimiento hasta el año 1878, en que pasó a manos de Chile, marcándose estas cantidades con distinto color, en vista de que Caracoles fué explotado por capitales i operarios chilenos.

En la «Introduccion» hace presente la gran dificultad i aun la imposibilidad de llegar a un resultado completamente exacto, ya que solamente desde 1844 se dispone de la estadística oficial i anteriormente, i en especial durante la conquista i tiempo de la Colonia, los datos existentes son mui dispersos e incompletos; los datos de los cronistas de esa época no son siempre dignos de entera fé i aun son muchas veces contradictorios; cita en seguida las copilaciones que a este respecto se han hecho, primero, por Alejandro von Humboldt, que llega hasta el año 1803, i que el autor estima demasiado baja, despues por Alfredo Soetbeer, profesor de la Universidad alemana de Goetinga, cálculos que abarcan hasta el año 1875; enseguida a Chevalier, que estimó la produccion de oro i plata hasta 1848; hace presente que las obras de Vicuña Mackenna: «La edad de oro en Chile» i el «Libro de la plata» no señalan las cantidades de oro i plata producidos en total, pero contienen numerosos i precisos documentos parciales que han sido aprovechados por el autor. Dice, ademas, que existe otro libro en que se calcula la produccion de oro: «La industria del oro en Chile», por Augusto Orrego Cortes, i hace presente que ahí se calcula la produccion total de manera que casi es tres veces mayor que la calculada por Soetbeer. Hace, por último, presente, que ha hecho uso de los datos i documentos que en inagotable número contiene la «Historia Jeneral de Chile» por don Diego Barros Arana.

Respecto al cobre manifiesta que nadie aun ha hecho un cómputo de la produccion total de ese metal i que para hacerla ha aprovechado los datos contenidos en el «Libro del cobre» de Vicuña Mackenna i otros documentos.

La primera parte del testo está dedicada al oro.—En ella, despues de dar datos históricos sobre los primeros trabajos establecidos en Chile por los españoles, entra a estudiar, dando, en cada caso, las razones de que ha dispuesto a el cómputo, la produccion de oro, siglo por siglo, dividiendo estos periodos otros mas pequeños, segun la forma que lo hizo Soetbeer, cuyos resultados da en cuadro A i comparando su cómputo con los de este autor. Antes de entrar en materia hace presente, reproduciendo los datos, que la estimacion por Orrego Cortes es superior a la de Soetbeer en un valor de mas de 278 millones de pesos de 48d i hace consideraciones jenerales para demostrar la

imposibilidad de que la producción pueda haber alcanzado las cifras estimadas por Orrego Cortes.

Para el siglo XVI, es decir, para los 56 años de ese siglo que median desde la conquista de Chile por Pedro Valdivia, da el autor una producción total de 72,000 kilogramos de oro; para el siglo XVII fué siglo de grandes guerras i, por consiguiente, de pobreza; la producción es estimada en 35,000 kilogramos de oro fino. En el siglo XVIII, que principia con mas tranquilidad, cita el autor el hecho de que empezaron a trabajarse las minas de vetas de manera que la producción no es, como anteriormente, solo el resultado de los lavaderos; trae ahí autor, compendiados, pero mui interesantes, datos sobre los primeros descubrimientos i trabajos de vetas, i llega a la producción de 92,000 kilogramos de oro fino para ese siglo. La parte correspondiente al siglo XIX, es considerada con suma detención, haciéndolo uso de documentos, ya mucho mas abundantes i especialmente mucho mas fidedignos, i entrando en la última mitad del siglo en detalles que por perfecto conocimiento de nuestra minería i metalurjia por parte del autor, son de un valor e interés inapreciable. Lo mismo con respecto a los dos últimos años, es decir, a los dos años que van corridos del siglo XX.

El resumen por siglos de la producción lo da el autor en la forma siguiente:

Siglo XVI	72,000 kilogramos
» XVII.....	35,000 »
» XVIII	92,000 »
» XIX.....	122,792 »
» XX dos años.....	2,386 »
Total.....	<u>324,178 kilogramos</u>

Que tendrían un valor de \$ 225.223,465 de 48d. Considerada como oro puro esa masa vendría formando un cubo de 2.56 ms. por lado.

La segunda parte del texto está dedicada a la plata. Con la misma prolijidad que trata el oro i con detalles históricos i lujo de documentos, ha tratado el autor en esta parte, la plata, haciendo todas las correcciones, deducciones i agregados necesarios para obtener la producción chilena neta que la estima en un total de 7.966,936 kilogramos, con un valor neto de \$ 284.797,600 de 48 d. Esta cantidad quedaría representada por un cubo de 9.12 ms. de arista. Agregando a esta producción la de Caracoles de los años 1871 a 1878 inclusive, estos totales serían: 8.822,138 kilogramos con un valor de \$ 315.850,600 de 48 d, la representación sería un cubo de 9.45 ms. por arista.

Es enorme el trabajo que hai en estas estimaciones; i solamente la lectura íntegra i atenta del texto puede dar una idea de ella. Concluye esta parte con una lijera i mui interesante descripción de los métodos de beneficio que se han empleado en Chile i que se emplean hoy día para extraer la plata de sus minas; de esta descripción solamente queremos copiar un párrafo que es un tanto título de orgullo para nuestra metalurjia de plata. Dice: «Chile no tiene que envidiar a otros países tocante al beneficio de los minerales de plata

en jeneral, porque el beneficio por el sistema Krohnke, perfeccionado por la molienda en seco en los molinos de bolas, puede reputarse sencillo, barato i perfecto i casi imposible de mayor mejoramiento».

La tercera parte está destinada al cobre.—La produccion total de cobre ha sido estimada hasta antes de 1844 en vista de los datos de que ha dispuesto el autor del libro i que cita en sus esplicaciones; desde 1844 adelante se ha tomado los datos de la Estadística Comercial haciendo la estimacion de las leyes o contenidos en vista del conocimiento propio i de cuanto dato ha podido conseguir al respecto.

Interesantes son en este capítulo, fuera de los datos estadísticos e históricos, los referentes a los sistemas antiguos de beneficio por fundicion i la introduccion de los sistemas modernos de beneficio para el cobre.

Concluye este capítulo con un resúmen referente al cobre, llegándose a obtener como total de la produccion, desde 1601 hasta 1902, la cantidad de 1.983,413 toneladas de cobre de ciento por ciento que quedaria representada por la masa de un cubo cuya arista fuese de 61.10 ms. El valor neto de esta cantidad la estima el autor en 610,371,340 pesos de 48d.

La cuarta parte es un resúmen jeneral de la produccion chilena de oro, plata i cobre.

Segun este resúmen, el valor total producido en oro, plata i cobre de Chile hasta fines de 1902 seria de 1,151.445,405 pesos de 48d.

Hace aquí el autor la interesante observacion del valor que Chile pierde o deja de percibir por esportar una parte de sus minerales crudos i una parte de sus ejes, i llega al resultado que, desde 1844 a 1902, el valor total perdido por este capítulo es de 43.948,701 pesos de 48d, lo que corresponde a 744,893 pesos de 48d por año. Indica que basta esta enunciacion para probar que la metalurgia nacional debe trabajar sin descanso hasta obtener el remedio completo de este mal.

Entra en seguida el autor a comparar los diversos años de produccion i dice que la mayor produccion anual fué en 1873 i la menor en 1902, haciendo notar que a esto contribuye especialmente el que no se desarrolla aun en nuestro pais la verdadera industria de beneficio de minerales de baja lei por los medios perfeccionados i grandes explotaciones de otras naciones.

Durante el tiempo que lleva Chile de pais independiente, es decir, desde 1811 hasta ahora, la produccion de oro, plata i cobre ha tenido un valor de 951.866,655 pesos de 48d, o sea anualmènte un promedio de 10.346,376 pesos de 48d; agregando a estos valores los que corresponden por explotacion de minerales de manganeso, cobalto, plomo, minerales i plomos arjentíferos que alcanzan a 5.532,084 pesos de 48d, se tiene un total de la produccion de nuestra minería metálica durante el tiempo de la República, que alcanza a 957.398,739 pesos de 48d i un promedio anual de 10.406,508 pesos de 48d.

Intencionalmente no agrega el autor aquí la produccion de salitre, yodo i boratos que por ser de explotacion superficial no los considera justamente como productos mineros; pero sí agrega el precio del carbon de piedra que estima en una produccion total de 20.650,000 toneladas con un valor total de 82.600,000

de pesos de 48d. Agregando este valor, se deja un valor para la producción total desde 1811 de 1,039.998,739 pesos de 48d.

Sigue el autor, en algunas consideraciones que hacen ver la influencia que ha tenido la producción minera sobre el desarrollo jeneral de Chile; i concluye haciendo nuevamente presente que los datos recopilados no pueden considerarse de una exactitud matemática i que por ese motivo acompaña a sus datos todas las esplicaciones del caso para hacer ver de qué manera ha apreciado el material incompleto que ha tenido a su disposición.

La quinta parte del libro corresponde:

I. *Minerales de manganeso* i contiene apreciaciones sobre este ramo de la producción i la estadística completa de su esportación, cuyo total es de 544.545,311 kilos con un valor de 4.600,718 pesos de 48d.

II. *Minerales de cobalto*.—En que se da la producción total de 5.941,384 kilos de minerales con un valor de 380,288 pesos de 48d.

III. *Plomo en minerales arjentíferos*.—Se entra aquí en apreciaciones sobre los diversos trabajos hechos en este ramo de la minería i de la metalurjia, citando las minas i establecimientos principales que en ello se han ocupado. El valor a que llega el autor, en plomo arjentífero i minerales de plomo platoso alcanzan solamente a 551,078 pesos de 48d.

IV. *Minerales de fierro*.—Aquí entra el autor a hacer algunas observaciones sobre los yacimientos de esta clase de minerales, sobre su composición, su abundancia i sobre el establecimiento de la industria siderúrgica en nuestro país que segun se ha visto en los telegramas últimamente llegados de Europa, parece será dentro de poco una realidad en Chile, pues la casa del Creussot ha echado las bases para una sociedad que se instalará pronto en nuestro país si encuentra por parte de nuestro gobierno las facilidades i concesiones que piden.

La sexta parte del libro está destinada a la industria salitrera i otras sales naturales, es decir: I. *Al salitre o nitrato de soda*.—II. *Al yodo*.—III. *Al perclorato de potasa*.—IV. *Al borato o boronotrocalcita*; i V. *A la sal comun*.

Despues de dar los datos numéricos de la explotación habida en las salitreras tanto en la época peruana como bajo el dominio nacional, entra el autor en consideraciones que demuestran de una manera clara i neta que Chile no recibió, con la anexion de Tarapacá, un negocio formado de una importancia considerable, sino que este negocio se ha formado i desarrollado bajo el dominio nacional, i a consecuencia de las medidas tomadas en gran parte por nuestro Gobierno para hacer la propaganda del empleo del salitre en grandes cantidades.

Demuestra, en efecto, el autor que la cantidad total explotada durante 50 años, desde el principio de la industria hasta que pasó Tarapacá a manos chilenas, por el Perú alcanzó únicamente a 39.257,188 quintales métricos; bajo la dominación chilena en los diez primeros años se explotaron 46.193,986 quintales métricos i que esto es debido, como se dice anteriormente, al mejor manejo i a propaganda llevada a cabo por Chile, causas que hicieron cambiar, en realidad, de una manera completa el aspecto i la importancia de esta industria.

Continúa el autor haciendo ver los cambios habidos en la industria misma

bajo el punto técnico i tambien económico, i concluye haciendo el cálculo del valor de la explotación durante el dominio chileno. La cantidad total alcanza a 204.651,644 quintales métricos con un valor total de 679.983,021 pesos de 48 peniques.

Respecto al yodo, tambien entra el autor en diversas observaciones con respecto a su produccion i modo de obtenerla i llega como resultados numéricos a una produccion total de 6.117,237 kilogramos con un valor de 34.409,458 pesos de 48 d.

Tambien el perclorato de potasa, que tanta polvareda levantó contra el salitre hace algunos años i que por ese motivo fué estraido del salitre ántes de entregarlo al comercio, ha contribuido a aumentar modestamente el valor de los productos obtenidos en la industria salitrera. Se han producido 132,748 kilogramos con un valor de 19,198 pesos de 48 d.

Concluye el autor haciendo una prolija estimacion de los derechos que en total han sido percibidos por explotación de salitre i yodo, llegando a la suma total de 259.345,546 pesos de 48 d; hace presente que por considerable que sea esta cantidad, no se acerca ni de léjos a las exajeradas estimaciones de algunos escritores peruanos que los hacen subir a *tres mil millones de pesos*, sin indicar qué clase de moneda.

El borato o boronatrocalcita, sobre cuya composicion, yacimientos i explotación da el autor datos, ha sido producido en un total de 133.443,520 kilos, que valen 20.496,373 pesos de 48 d.

La sal comun que, segun el autor, es abundantísima i aparece en depósitos de una pureza extraordinaria, se produce en cantidad de unos 300,000 quintales métricos anuales i ha cesado, prácticamente hablando, toda importación de este producto.

La sétima parte de la obra corresponde a la produccion i consumo del azufre en Chile.—Cita aquí el autor los diversos puntos en que existe azufre en nuestro país, de cuyos puntos el único explotado actualmente en grande escala son los yacimientos de Tacora i Chupiquiña, de la provincia de Tacna.

Ha ido aumentando progresivamente la produccion de esos inagotables depósitos hasta la suma de 2.635,520 kilogramos en el año 1902, i al mismo tiempo que esto ha sucedido, ha ido en disminucion la importacion, de manera que en 1902 solamente se han importado 245,430 kilos, cuando otros años ha pasado esa importacion de 2 i aun 3 millones de kilogramos.

La octava parte del libro corresponde al guano esportado i consumido en Chile. Tampoco aquí podríamos reproducir todas las observaciones i detalles contenidos en la obra i tendremos que limitarnos a hacer conocer los resultados finales de esta explotación.

Se han esportado en total 94.039,802 toneladas con un valor de 1.420,350 pesos de 48 d.

Se han consumido en Chile 69.664,521 toneladas con un valor de 470,245 pesos de 48 d.

Concluye por fin el interesante e ilustrativo libro del señor Herrmann con los gráficos a que se ha hecho referencia al principio i que están mui bien dis

puestos para formarse rápidamente i con suma facilidad, una idea concreta de lo que ha sido i es nuestra produccion de oro, plata, cobre, salitre i yodo.

Obras de la naturaleza de la publicada por el señor Herrmann son de una importancia capital para nuestro pais, sobre el cual hai tan poquísimos datos estadísticos, i debemos todos los que nos interesamos por la minería chilena alegrarnos sobre manera de que haya emprendido el señor Herrmann un trabajo tan completo i bien estudiado, que a mas de ilustrativo bajo el punto de vista estadístico, es de alto grado instructivo por sus observaciones i apreciaciones, bajo el punto de vista técnico e histórico.

No podemos ménos de felicitar al autor por el éxito alcanzado en su laboriosa publicacion, i felicitar al público interesado en estas cuestiones por disponer desde hoi de una obra tan valiosa.

Santiago, enero de 1904.

GUILLERMO YUNGE



El rio del Chaco

En un artículo «El antiguo rio del Chaco» que trae el número 77 del BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE MINERÍA del 31 de julio de 1903, el señor don Lorenzo Sundt se ocupa de ciertos problemas de la jeolojía del departamento de Taltal de no comun interes, tratando de probar que el llamado rio del Chaco que hoi dia desemboca sobre el mismo puerto de Taltal, en época remota haya dirigido sus aguas desde Breas en direccion suroeste, es decir, conservando en lo jeneral el rumbo que lleva hasta dicho punto, para caer a la solitaria caleta de Cifunchos. Funda el distinguido jeólogo esta hipótesis en varias observaciones, la primera de las cuales es sacada de un perfil litografiado de la quebrada que acompaña mi libro «Das Departement Taltal» (Berlin 1900). Creo por esto un deber elucidar el alcance de los datos condensados en este perfil i poner en relieve el significado de la formacion de valles en aquella rejion, hasta donde lo permitan nuestros conocimientos actuales.

El autor del estudio sobre la desviacion del rio parte del hecho que la última parte de su descenso, comprendida entre Breas i Taltal, es considerablemente mas rápida que la totalidad de su curso superior. Para suavizarlo atribuye al supuesto rio otro cauce de estension mas larga, pero conforme con su direccion principal, que, como muestra el mapa hoi dia dobla en Breas casi en ángulo recto al norte.

Es de advertir, desde luego, que un precipitado declive poco ántes de llegar al mar, forma el rasgo característico de todas las quebradas de la costa setentrional en la rejion atacameña. Basta echar una mirada a los cuatro perfiles

V.—VIII que forman parte del atlas de mi monografía del departamento, para penetrarse de esta regla de la cual ni siquiera forma escepcion la quebrada de Carrizal, que cae a Pan de Azúcar i que por hallarse limítrofe al sur, es en su conjunto la ménos elevada. Porque es fácil observar que a medida que la latitud va decreciendo, las quebradas se acortan, i en cambio las pendientes se acentúan.

Entre nueve cortes de esta clase (especificados en el capítulo 2.º, páj. 17), comprendidos entre Copiapó i Antofagasta, el declive vá de aumento de 1.3 a 11.7 por ciento. Mas allá las depresiones ya no corresponden a lechos del rio, en el concepto estricto de la palabra, no obstante de ser regadas a cierta profundidad por aguas salinas o salitrosas que no tocan al mar. La quebrada de Salinas, por ejemplo, que surcan los rieles del ferrocarril de Bolivia, termina en el Salar del Cármen, separado del Pacífico por un dique de insignificante talle. ¿Seria dable suponer que allá tambien el rio-madre de los estensos salitrales del interior de Antofagasta haya tenido ántes fácil i espedita salida al Océano? ¿Por dónde se abriria camino entónces si la brecha que se supone abierta en tal caso, a lo sumo alcanzaria para formar chorros i saltos en turbulenta confusion?

Esta imposibilidad de trazar la obra de una erosion lenta i constante se impone a cada paso, si partiendo de los escalones de Breas se dirige el paso en línea recta a Punta Grande o a Paposo. En el trayecto se cruza los rápidos del Potrero, se interponen en seguida los grandes chorros de la quebrada del Perrito Muerto entre la Posada i Cascabeles que, tapados i rellenados por la vía carretera, construida en la angostura, con el abandono de esta vía, han vuelto a reaparecer. Siguen los farellones de Anchuña, de Bandurrias, de Matancillas i cuantos rincones mas suelen frecuentar las majadas de los ya mui reducidos changos, para concluir, a un paso de Paposo, con el gran peldaño sobre el cual se deslizan las aguas goteantes de Huanillos al pié de los melancólicos tamarugos de la finca de Perales. Hai mas: lo cortado i arriscado de estos peñascos va en aumento a medida que se apiñan sobre la costa: es decir, con avanzar al norte.

En todo este trayecto el arrumbamiento de la costa guarda una rijidez que se pone mas de relieve por el cortinaje de densas neblinas que suelen envolver sus alturas. Su direccion se pliega estrictamente al meridiano astronómico. Al sur de Taltal el mar huye al poniente; al norte de Paposo el murallon sienítico orillea el Pacífico en forma de arco tendido. El jeógrafo no ignora esta sinuosidad que desde antigua memoria lleva el nombre de Bahía de Nuestra Señora. Se la puede cerrar con la punta de San Pedro, por un extremo, i por el otro, con la gigantesca mole del Parañave. Pero dentro de dichos límites se repite su forma característica que asemeja la de una curva funicular suspendida en alto por su lado oriental, en menor escala varias veces mas, por ejemplo, en la bahía del mismo puerto de Taltal, en la Caleta del Hueso, etc. Precisamente en el ángulo mas recóndito de este arco que mide casi 100 kilómetros entra la quebrada del Chaco. De modo que le sirve de cuerda a partir de la jenuflexion de Breas, ocupando el intersticio entre emergencias volcánicas de diversa jenitura, como son las de Perales i de la Argolla que estrechan su garganta.

Por consiguiente, no se puede comparar este tramo de la quebrada de

Taltal con las ya mencionadas mas al norte. Todas ellas se lanzan casi en línea recta al oestesuroeste. Solo los pequeños recortes de la costa al sur de la capital, las quebradas de los Changos i de los Infieles, hacen compañía a la del Chaco, no por la fuerza de la erosion que en estos pequeños alvéolos debe ser insignificante o nula, sino por la direccion e interseccion de las sierras que los flanquean. Para verificar los detalles de la presente esposicion será indispensable consultar el atlas de mi libro citado; porque ni los mapas de Villanueva i San Roman, ni ménos el de Pissis, suministran los detalles a que hai que apelar.

Corresponde, por consiguiente, bajo el punto de vista físico-jeográfico el chorro de Breas que a tal respecto forma un solo conjunto con el vecino de la Chépica, a los saltos del Potrero no mui distantes de su boca, e igualmente a los rápidos de Perrito Muerto, encima de la antigua Posada a 1-2 kilómetros del mar, al jigantesco cerrazon del valle de Anchuña que solo un farallon separa de sus olas i al salto de Perales sobre la misma playa.

Una vez establecida esta concordancia, es fácil darse cuenta del fenómeno no ménos jeneralizado en el desierto de Atacama de que los tales estribos o contra-gradientes se repiten con cierta regularidad en los valles o lechos de rios que, por supuesto, nunca han hospedado rios de caudal permanente. Estas contra-gradientes no provienen de la accion escavadora o acumuladora del agua, significan simplemente la continuacion, el espolon de las serranías contiguas que han podido conservarse precisamente por la ausencia de la fuerza dinámica que caracteriza la bajada de los rios. No los hai ahora ni los ha habido ántes. No hai, pues, motivo para suponer bruscos cambios de climas miéntras que la misma configuracion del suelo revela al atento observador el orijen de la discontinuidad del declive.

El mismo fenómeno ocurre en otros puntos. Es el relieve del subsuelo que marca el nivel. Recorriendo el curso del Chaco desde la estacion de Breas para arriba, la línea férrea que sigue el mismo «thalweg», al principio orillea tranquilamente los barranquillos del riachuelo (seco, por supuesto), el cual en suaves ondulaciones se abre camino. Solo al acercarse a la próxima estacion de Canchas, el resoplido de la locomotora i el serpenteo de la traza indican que el terreno se eleva bruscamente. En el perfil de la lámina III de mi monografía, estos i otros detalles menores no figuran. Para la cuestion que nos ocupa, sin embargo, importa insistir en ellos. A la vez se estrechan nuevamente los cerros de uno i otro lado para reabrirse despues del paradero de Canchas. Aquí se desprende el ramal para la oficina salitrera Santa Luisa, que no entra en nuestro asunto, por cuanto atraviesa dos cordones ántes de internarse en otro valle enteramente distinto. Siguiendo la línea principal, ocurre la misma transicion de un camino relativamente suave a una cuesta corta i forzada en el trecho de 20 kilómetros que separa Canchas de Agua Verde, con la sola diferencia que las proporciones ahí van aumentándose. El barranco del rio que se deja al sur, es uno solo mui hondo i cortado a pique en la mayor parte del trayecto. El último peldaño que hai que escalar para descansar algo mas arriba de Agua Verde, en frente del antiguo villorrio del Milagro, consiste en gruesos bancos de sal i sulfato. Nuevamente el séquito de cerros amenaza cortar el paso. Del norte

atraviesa el cordón negro de Cachiyuyal, al sur se levanta el cono color pardo del cerro de la Cortadera, el más alto de todo el litoral.

Pero luego también el panorama se transforma en vasto semicírculo, abriendo una vista estensa sobre lo que se suele llamar el primer cordón de la cordillera de la cual se origina el mismo Chaco. La línea férrea abandona el valle en busca de las salitreras i minas del lado norte dejando al viajero en medio de una planicie que parece un gran lago irregularmente poblado por diversas colinas. Por laguna seca la han reconocido también los primeros exploradores que en sus orillas, a fuerza de barreta, revelaron la presencia del salitre. El nitrato que se encuentra en los bordes suele ser de exigua ley i solo en los barrancos de los lomajes vecinos su clase corresponde a justas expectativas.

No cabe duda que en este grande álveo las aguas pueden estancar en considerable cantidad causando ocasionalmente inundaciones i otros percances semejantes. Empero nada prueba que jamás se hayan concentrado en este resudero en suficiente caudal para constituir un lago en forma. Al contrario, ni el fondo ni las orillas dejan percibir el menor vestigio lacustre. Por esto debemos creer que el papel que corresponde al agua en épocas pasadas no difiere esencialmente del que vemos que desempeña hoy día. Es decir, siempre ha esca-seado, si bien en momentos dados se ha podido acumular en uno que otro punto. Así nadie negará que tanto las capas calizas del boquete de Agua Verde como los limos que cubren i las zanjas que surcan el suelo son debidos al arrastre del elemento movable. Pero para producir tales efectos se pueden dejar de mano rios i torrentes imaginarios: bastan los chubascos i nevazones que a intervalos incalculables sabemos que se deshacen sobre una área determinada. Ya en el cuarto de siglo que lleva de existencia el ferrocarril, esos aluviones han causado serios estragos en una línea que no conoce puentes ni refuerzos. Baste dejar establecido que la supuesta laguna en su configuración i caracteres físicos exactamente concuerda con las numerosas cuencas sin salida que se denominan circos o vulgarmente barreales, i bien merecen este nombre.

He tratado de señalar los principales con tinte colorado en los mapas II i III del atlas que forma parte de mi libro. Son innumerables i aun escapan a la simple vista que de costumbre imagina ver declive i salida naturales en cada hondonada. Por asiento principal se les debe asignar la alta cordillera donde se hallan mezcladas con verdaderas lagunas de agua o de sal que, por distincion, se marcan con color azul.

Antes de investigar la relacion que existe entre ambas formaciones en la serranía i en el litoral, conviene terminar con la descripción del curso superior del Chaco. De lo que precede se deduce que, de Agua Verde para arriba, un thalweg ya no se puede distinguir. Si así se quisiera llamar la dirección que toman los aluviones occidentales, varía de caso en caso por entre la cubierta de toscos ripios i desmontes de origen jurásico. I si fuera preciso completar la enumeración de los estribos que en esta parte se oponen a su ahondamiento normal, debía recordarse el que constituye el farellón volcánico de la Isla entre los piques de la Carcomida i de la Germania i más allá, el corte que poco antes de

tocar al pique dicho del Chaco, por entre enormes conglomerados, defiende la salida al llano.

La orientacion jeneral de las serranías principales que es norte-sur, i tanto mas pronunciado cuanto mas se pliegan a la alta cordillera, no deja de producir nuevas contra-gradientes cada vez que sus eslabones interceptan las quebradas. Merced a los rigores de invierno estas últimas en la rejion pre-andina, ya se trasforman en verdaderos valles de erosion. En el mismo meridiano tiran, en efecto, las sierras de la Sud-América, la de las Pailas, de los Candeleros, de la Ceniza, del Juncal.

Al penetrar a la cordillera de Sapos, este tipo de encadenamiento se hace ya de rigor. Entre las hileras de cerros nevados que forman parte de la llamada rejion de la Puna de Atacama, no cabe otro desarrollo de quebradas que no fuere de norte a sur. Con escepcion de los riachuelos en parte termales, en parte de nieve derretida que se deslizan de las faldas del gran macizo del Llullaillaco i se dirijen al salar de la Punta Negra, todas las hondonadas acompañan al meridiano. Hasta en la configuracion de las lagunas esta lei no desmiente su universalidad. Seria lójico presumir que a consecuencia de esta concordancia lleguen a constituirse estensas vaguadas. Nada de eso. Cada laguna queda aislada. Hace falta la erosion, la única fuerza que podria hacer confluir estos elementos dispersos en unidades de otro orden. Las miserables hileras de agua que a veces ostentan el pomposo nombre de rios, llegan a sostenerse visibles por un kilómetro o dos, a lo sumo, e infaliblemente se esconden bajo una capa enorme de escombros a considerable distancia de la laguna, a la cual destila gota por gota el resto de humedad que ha podido escapar al viento, a la escarcha i a la sal. Si se quisiera diseñar el rumbo del Rio Frio, por ejemplo, tal como debia ser mas allá del salar de la Punta Negra que lo consume, se encontraria el pequeño salar de Imilac i siempre con bajada, si bien pasando por encima de varios bordos intermedios, al último, el gran salar de Atacama. ¿Seria de suponer que por reconocer en este trazado su camino natural, el Rio Frio en otros tiempos se lo haya abierto mediante un caudal de que hoy carece? Seguramente que nó.

I es a no dudar, lo mismo que pasa en la costa con el rio del Chaco.

Los salares i lagunas secas de la puna aquí se trasforman en salinas i bareales, sin necesidad de pedir a cambios de clima la esplicacion de un fenómeno de tan universal alcance. Consabidamente fué Alcides D'Orbigny quien reclamó la intervencion de poderosos cataclismos i catástrofes hidrodinámicas para modelar el relieve del desierto. Philippi, con razon, se vió obligado a combatirlo, negando, perentoriamente, toda necesidad de suposiciones que no son apoyadas por la observacion atenta de la física terrestre actual. Resulta que la erosion en el desierto, contrario a lo que obra en climas mas benignos que le deben casi esclusivamente su aspecto i configuracion, en Atacama es de estrecha accion i de casi ninguna influencia en su relieve. La época glaciaria que vendria a redoblar su obra, no afecta sensiblemente la faz actual del suelo atacameño. Los vestijios de grandes ventisqueros, si los ha habido, quedan relegados a parajes poco accesibles de la alta cordillera i a ciertas capas profundas de rodados que

no pueden confundirse con la pedrazon cortante i molesta que cubre sus lomas, dando tanto que sufrir al esplorador industrial de sus áridas comarcas.

Juzgando, pues, inadmisibile que el Chaco haya horadado el trecho entre Breas i el mar en cerros volcánicos de reciente orijen, siempre podria creerse con el señor Sundt que hallando un escape mas espedito por el Alto de la Argolla, haya preferido en sus arranques juveniles el arenoso i blando pasaje por entre el cerro Velazquez i el mineral de la Argolla para lanzarse al anchuroso camino que termina en Cifunchos. Trasmontando los abigarrados collados que separan el agua de Breas de la de la Chépica, es fácil desengañarse al recorrer la desembocadura de la quebrada que aquí se junta a la principal. Admira ver que el enlace del ramo de la Chépica se efectúa con una pendiente bastante suave.

Razon que lo ha hecho elejir por las caravanas carreteras que traen los minerales de plata de la remota Esmeralda a Taltal sin necesidad de suplir por el arte, defectos de la huella, que no tiene.

Pero, si se pretendiera que el gran médano que arranca al oriente de la Chépica borrando insensiblemente todo vestijio de quebrada i recibiendo a su vez la que desciende de la Piedra Grande i serpentea entre Arenillas i Canchas, dejando el cerro del Pingo al sur i el de Breadal al norte, que este arenal, mediante su acumulacion creciente haya desviado el rio de Piedra Grande, que tampoco fué rio sino por intervalos, no faltarian talvez razones para sostener tal asercion. Muchas circunstancias concurren en hacer mas que probable que la salida natural de dicha quebrada desde un principio la haya dirigido a la bahía de Cifunchos. Sin mediciones exactas, sin planos elaborados no por el fujitivo interes de uno que otro viajero curioso, sino por el concurso de muchos i refinados por la esperiencia de un pueblo entero, qué mas se puede saber del suelo patrio a no ser hipótesis i conjeturas!

L. DARAPSKY.

Hamburgo, 8 de diciembre de 1903.



Impuesto sobre el carbon extranjero (1)

Cuando escribí aquel artículo, prestaba fé a los datos de la Estadística Comercial de la Aduana, sobre la procedencia de los carbones extranjeros, datos que respecto a los carbones de Australia en los siete años, 1896 hasta 1902, son los siguientes:

(1) *Suplemento i rectificacion* al artículo publicado en el BOLETIN de la Sociedad, núm. 82, de diciembre de 1903.

Carbon de Australia importado en 1896.....	101,101 toneladas
» » » en 1897.....	62,826 »
» » » en 1898.....	87,119 »
» » » en 1899.....	27,115 »
» » » en 1900.....	402,741 »
» » » en 1901.....	127,240 »
» » » en 1902.....	123,000 »
<hr/>	
SUMA.....	931,142 toneladas

Al año, 133,020 que sobre un total de carbon importado del extranjero en los mismos siete años de 4.619,948 toneladas, llegaba a 20.15 por ciento, en su mayor parte desembarcado en los puertos del centro de Coquimbo i Atacama.

De los datos de la Estadística Comercial difieren grandemente los datos sobre la importacion de carbon extranjero, consignados en la obra recién publicada: «Proyecto de mejoramiento del Puerto de Valparaiso», por J. Kraus (página 39), que detalla, según procedencia i clases, los carbones importados del extranjero durante los seis años, 1896 hasta 1901, divide el señor Kraus, además, estos carbones según su empleo, para calderas i para fundiciones.

Se entiende que la seccion «para calderas», incluye su uso en las oficinas salitreras, en las locomotoras de los ferrocarriles i en los motores industriales. La seccion «para fundiciones», abarcará los establecimientos metalúrgicos, incluyendo los de fierro en los talleres mecánicos. Naturalmente, entra aquí también el uso del coke. El empleo de carbon extranjero en las fábricas de gas lo supongo comprendido en la seccion «para fundiciones».

Fermo los resúmenes siguientes de los datos del señor Kraus, cuya correccion admito sin discusion, por ser colectados directamente del comercio importador de carbones i porque toda la obra del señor Kraus inspira plena confianza en la exactitud de sus datos.

Resúmen del carbon extranjero empleado en calderas desde 1896 hasta 1901

Carbon ingles....	{	Hartley.....	736,610 toneladas
		Orrell.....	42,623 »
		Otras classs.	758,122 »
		TOTAL.....	1.537,355 toneladas
<hr/>			
Carbon de los Estados Unidos.....			82,558 toneladas
Carbon de Australia.....			1.962,689 »
		TOTAL.....	3.582,602 toneladas

Resúmen del carbon extranjero empleado en fundiciones desde 1896 hasta 1901

Carbon ingles.....	86,732 toneladas
Carbon de Australia.....	275,847 »
<hr/>	
TOTAL.....	362,579 toneladas

Resumen del carbon extranjero empleado en calderas i fundiciones

Carbon ingles....	}	Hartley.....	736,610 toneladas
		Orrell.....	42,623 »
		Otras clases.....	844,854 »
		TOTAL.....	1.624,087 toneladas
<hr/>			
Carbon de Estados Unidos.....			82,558 toneladas
Carbon de Australia.....			2.238,536 »
		TOTAL.....	3.945,181 toneladas

Si comparamos la importacion de carbones extranjeros, segun los datos de la Estadística Comercial en los seis años, desde 1896 hasta 1901, que suman 3.869,408 toneladas con las cifras suministradas por el señor Kraus resulta de los últimos una importacion mayor de 75,773 toneladas, que probablemente se explica porque el señor Kraus habrá dado la importacion en toneladas métricas en lugar de toneladas inglesas.

Si la Estadística Comercial da una importacion de carbon australiano, que solamente alcanza a 20.15 por ciento de la total, los datos del señor Kraus dan una importacion del mismo igual a 54.07 por ciento.

Siendo el carbon australiano el mas barato, hai que correjir el importe de la tonelada de todo carbon importado: en lugar de \$ 17 no será mas de \$ 16 i el importe anual de los carbones extranjeros, ménos el coke importado, queda reducido a \$ 9.938,000 en lugar de \$ 10.559,125 de 18d.

CALIDAD DEL CARBON AUSTRALIANO

No cabe duda que el conjunto de las 2.238,536 toneladas de este combustible mineral es bastante inferior a 1.706,645 de carbones ingleses i norte-americanos importados. Es difícil juzgar el poder calorífico del carbon australiano comparado con el carbon ingles i norte-americano, porque no conozco la composicion elemental del australiano ni su fuerza calorífica determinada por los calorímetros i las bombas caloríficas; así es que no puedo mantener lo que habia dicho ántes: «El carbon chileno es «lignita,» el carbon importado es «hulla» i, digámoslo luego, en jeneral es de la mejor clase.» Si he dicho esto, ha sido porque confié en los datos de la Estadística Comercial, que solamente da en los seis años, 1897 a 1902, una importacion de 830,041 toneladas o 21 % de la importacion total. Al principio se clasificó al carbon australiano entre las lignitas antiguas, pero últimamente se le cree de una época mas antigua i, por consiguiente, hulla moderna.

Distínguense tres calidades en el carbon australiano importado a Chile: Shalecoal, marca Green Ticket i calidad inferior. El Shalecoal sustituye en las fábricas de gas al cannelcoal ingles, por producir mas luminoso el gas de alumbrado; su cantidad introducida es insignificante.

La marca Green Ticket es por su mayor fuerza preferida por las fundiciones de cobre; los dueños del establecimiento de Canto del Agua, en Carrizal, muy expertos fundidores, la usan desde años exclusivamente en sus hornos de reverbero, consiguiendo iguales resultados a los que antes obtuvieron empleando una mezcla de una tercera parte de carbon betuminoso ingles con dos terceras partes de lignita chilena. Segun los datos del señor Kraus, se han empleado en las fundiciones durante los seis años citados, 275,847 toneladas de carbon australiano; supongo todas de la marca Green Ticket. Segun esta suposicion, la importacion total de carbones extranjeros en el mismo período comprenderia:

CALIDADES SUPERIORES	
Carbones ingleses.....	1.624,087 toneladas
Norte-americanos	82,558 »
Australiano (Green Ticket).....	275,847 »
	<hr/>
	1.982,492 toneladas
CALIDAD INFERIOR	
Australiano, marcas comunes.....	1.962,689 toneladas
	<hr/>
SUMA TOTAL	3.945,181 toneladas

Forma, pues, la marca comun del carbon australiano $49\frac{3}{4}\%$ de la importacion total del carbon.

Si esta marca comun sea en algo superior, o igual o inferior a la jeneralidad de las lignitas chilenas, no me atrevo a decidirlo, porque faltan absolutamente estudios sobre esta cuestion. Lo que se puede afirmar es que el carbon australiano es mas granado i exento de polvo fino, tambien mucho mas seco que la lignita chilena.

El hecho es que se vende, aunque a veces a precio poco elevado.

En las mismas provincias salitreras del norte, es mucho mayor la cantidad empleada de carbon australiano de lo que se habia calculado. El mismo señor Kraus da los pormenores del año 1901. Estas provincias consumieron en este año 514,393 toneladas; de éstas fueron 222,935 toneladas de Australia, o sea $43\frac{1}{2}\%$ del total.

Despues de haber correjido mi apreciacion demasiado jeneral de la superioridad del carbon extranjero sobre la lignita chilena, esplicando la razon de mi error, tengo que insistir en las dificultades prácticas i en las consecuencias tales, si se verificase la imposicion de derechos sobre los carbones extranjeros.

Para mayor fuerza, aduzco que durante los seis años, desde 1897 hasta 1902, la esportacion de salitre i yodo ha alcanzado a 7.825,706 toneladas; al año 1903 ha sido sancionada por la combinacion de salitre era una esportacion de salitre de 32.500,000 quintales españoles, que son equivalentes a 1.495,292 toneladas, que junto con el peso del yodo i del envase excepcionales a 1.500,000 toneladas. Parece que esta cantidad ha sido efectivamente esportada. Como es de suponer que a lo ménos se mantenga la esportacion a la altura en los años venideros, habrá que proveer que esta esportacion,

superior en 200,000 toneladas al promedio anual de los seis años anteriores, encuentre el tonelaje disponible. El camino para conseguirlo, seguramente no es el de ahuyentar los buques veleros, que traen carbon, por imposicion de derechos sobre el carbon extranjero.

LOS MAS ANTIGUOS DERECHOS DE INTERNACION SOBRE EL CARBON DE PIEDRA
ESTRANJERO EN LA REPUBLICA DE CHILE

La fuente de esta informacion es el 4.º tomo de la Mineralojía, de don Ignacio Domeyko, páginas 467 hasta 495, que contiene un informe del mismo autor sobre «Medidas para fomentar la minería en Chile», del año 1844.

Hasta el año 1845 estaba gravada la internacion del carbon de piedra extranjero con un derecho de 20% sobre un avalúo de \$ 8 por tonelada, lo que importaba \$ 1.60 de 48d, igual a \$ 4.26 2/3 de la moneda actual del peso de 18d. Este alto derecho se agravaba por la circunstancia de que no se permitia el desembarque del carbon sino en los puertos de Valparaiso i Coquimbo. De este modo habia necesidad de nuevos embarques i desembarques, con todos los gastos accesorios, para llevar el carbon a otros puertos de la República donde habia fundiciones. En su luminoso informe aconsejaba el señor Domeyko reduccion del derecho i habilitacion de otros puertos para el desembarque; hizo ver que la devastacion de los bosques escasos de las provincias mineras del norte hacia indispensable el empleo del carbon extranjero en las operaciones metalúrgicas, tanto mas urgente porque el carbon chileno de la provincia de Concepcion se explotaba de pobre calidad i en cantidad insignificante. En este tiempo, el año 1844, existian solamente tres minas de carbon en trabajo en toda la provincia de Concepcion: una de ellas, la de las Tierras Coloradas, cerca de Talcahuano, vendia todo su carbon a la Compañía de Vapores, i las otras dos, situadas en la costa de Colcura, a doce leguas de Concepcion, pertenecian a un solo dueño, don José Antonio Alemparte. Cada una de estas minas trabajada con alguna actividad podia dar tres a cuatro mil toneladas de carbon al año; en todo nueve a doce mil toneladas. En otra parte menciona el señor Domeyko que ya en 1843 vendia la mina de Talcahuano carbon a la Compañía de Vapores. Queda así determinado con fijeza el principio de la minería de carbon en Chile.

Obedeciendo a las indicaciones del informe del señor Domeyko, presentó el Presidente, don Manuel Búlnes, en julio 2 de 1845 al Congreso un proyecto de lei, en que propone rebajar a 5% el derecho de internacion sobre el carbon de piedra, que, por consiguiente, habria quedado en \$ 0.40 de 48d por tonelada, o sea \$ 1.06 2/3 de 18d. Además, tendria el Presidente la facultad de habilitar cualquier puerto o caleta para el desembarque del carbon.

No sabemos si el Congreso aceptó el proyecto de lei o si declararia desde luego libre la introduccion del carbon, lo que es lo mas probable.

ALBERTO HERRMAN

Los agentes atmosféricos i su obra en el desierto de Atacama

I.—PIEDRAS I TIERRAS

Haciendo el viaje del puerto de Taltal hasta el centro del desierto, es mui interesante observar el cambio paulatino, que se verifica en el aspecto de los cerros i de los depósitos superficiales, que cubren sus laderas. En las primeras leguas se ve en todas partes la roca viva asomarse por debajo de la delgada capa de tierra i de piedrecillas que las cubren. Quiscos i algunas otras pocas plantas, que florecen en la primavera, se ven hasta la altura adonde alcanzan las neblinas del mar, llamadas jeneralmente *las camanchacas* (a la altura de 600 a 1,000 metros mas o ménos). Pasando la estacion de las Breas, 16 kilómetros por ferrocarril, pero no mas de 8 a 10 kilómetros en línea recta desde la costa, i 600 metros sobre el mar, principian los cerros a tomar formas mas suaves; la roca viva desaparece i se cubre con los productos de su propia descomposicion, al mismo tiempo desaparece la vejetacion i la camanchaca.

Las formas redondeadas de los cerros, cubiertos con sus capas de detritus, que no deja ver la roca viva sino por escepcion, son característicos para todo el centro del desierto hasta la misma cordillera inclusive. Sin embargo, la capa de detritus compuesta de piedras, piedrecillas i arena arcillosa, no es mas gruesa, que deja ver la posicion i direccion de las numerosas quebraditas i zanjones que han sido escavados en los cerros por las lluvias en una época anterior mas lluviosa.

Es evidente que este cambio paulatino en la configuracion i composicion de la superficie de los cerros, a medida que se avanza desde la costa hácia el interior, o lo que es lo mismo desde el nivel del mar hácia arriba, está en íntima relacion con la camanchaca i su paulatina desaparicion con la altura. Es necesario admitir, que esta coincidencia no solamente es casual sino tambien causal. Es la humedad de la camanchaca, que a veces llega a ser verdadera garúa, la que con su lento pero constante trabajo impide, que se acumulen los productos de la descomposicion, que de una manera casi imperceptible los lleva hácia abajo, dejando en descubierto la roca viva i proporcionando al mismo tiempo la humedad necesaria para la escasa vejetacion i para la existencia de las no mui escasas aguadas de la costa.

En cuanto a la descomposicion de las rocas es tambien evidente, que es debida a distintas causas en la zona de la camanchaca i encima de ella. En la primera zona hace un importante papel la humedad i con ella la accion química del ácido carbónico i del oxígeno absorbido, mientras que la accion física debida a la expansion i contraccion de las rocas, producida por el calor i el frio, se reduce a un minimum a causa de la poca diferencia entre las temperaturas del dia i de la noche.

Ultimamente se ha descubierto, que tambien hai microbios que contribuyen a destruir las rocas: supongo que esto debe ser, donde no falta por completo la humedad.

En la segunda zona, encima de la camanchaca, sucede lo contrario. La descomposicion química casi desaparece a causa de la escasez de humedad, mientras que la accion física llega a su máximo, debido al gran contraste entre el calor tropical del dia con un cielo sin nubes i una atmósfera seca i delgada, i la baja temperatura de la noche producida por la fuerte irradiacion, que es favorecida por las mismas causas mencionadas. El resultado es que la roca, con las continuas expansiones i contracciones revienta i se deshace, formando piedras i arena arcillosa.

Pero hai en esta zona otro factor importante, que contribuye en alto grado a dar su aspecto i su composicion característica a los productos de descomposicion, que cubren tanto los cerros como los llanos inclinados del desierto. Este factor es el viento, que en los meses de invierno con direccion NO. a SE. sopla con gran fuerza en las alturas de mas de 1,000 metros. Es a veces tan fuerte, que impide por completo todo trabajo al aire libre. El efecto del viento es arrastrar los granitos de arena, producidos por la descomposicion física, dejando sobre la superficie del suelo solamente las piedras demasiado grandes para ser arrastradas i al mismo tiempo pulir i gastar las mismas piedras con la arena arrastrada. Es altamente característico para el desierto de Atacama el gran número de piedras esparcidas por todas partes, i la completa ausencia de verdadera arena (1).

El tamaño de las piedras, excepto en las faldas de algunos cerros, rara vez llega a un pié de diámetro, jeneralmente son mas pequeñas. En las llanuras rara vez se encuentran en tanta abundancia, que una piedra alcance a descansar encima de otra; jeneralmente cada piedra descansa sobre una capa de tierra suelta porosa, de color oscuro, como son tambien en la mayor parte de los casos las mismas piedras (pórfidos con i sin cuarzo i basaltos; pero hai tambien rocas graníticas de colores mas claros). Los salitreros han dado a esta tierra el nombre de *chuca*.

Las formas de las piedras son mui variadas, pero todas demuestran, que han perdido su forma primitiva por el desgaste de la arena, arrastrada por el viento. Sin embargo, hai ciertas formas que se repiten con frecuencia. Así, en un gran plan inclinado a los dos lados del ferrocarril de Taltal al interior i como 6 a 8 kilómetros al O. de la estacion del Refresco, he encontrado casi todas las piedras con su superficie plana i como cortadas por cuchillo a flor del suelo. La parte inferior enterrada formaba a menudo una pirámide triangular mui baja; algunas de estas piedras estaban estiradas horizontalmente en una punta larga i tan delgada, que solamente con gran dificultad i cuidado se podia evitar que se quebrasen durante el transporte. Si no me equivoco, coincidía la direccion de la punta con una de las aristas de la pirámide inferior i estaba dirigida en

(1) En la pampa del Tamarugal hai dunas de arena alrededor del cerro de Challacollo, ademas en la costa de Caldera.

contra del viento. Mui raras eran allá las piedras con su parte superior en forma de una pirámide triangular, bastante alta, hasta un pié i mas, con la parte inferior plana i perforada desde abajo hácia arriba por uno o varios agujeros de una o mas pulgadas de diámetro. En una de estas piedras encontré un agujero que habia perforado la piedra por completo, miéntras que otro no habia alcanzado a comunicarse hácia arriba, estando relleno con yeso harinoso.

Las piedras en el mencionado llano descansan a menudo sobre un lecho de yeso blanco harinoso de dos a cuatro milímetros de grosor; la parte de yeso mas cercana a la piedra estaba firmente adherida a ella; este yeso a su vez estaba sentado sobre la tierra oscura (la chuca), debajo de la cual seguia una capa de yeso blanco, encima mui poroso casi como la cera de una coimena; mas abajo era mas compacta, sin estratificacion.

La primera capa de yeso harinoso no se ve sino al levantar las piedras i está limitada únicamente a la parte inferior de cada piedra, miéntras que la segunda capa mas gruesa i coherente es continua i se estiende debajo de todo el llano.

En la falda del cerro de «La Carcomida» i de «El Mirador», un par de leguas mas al SE., encontré gran cantidad de piedras perforadas de las formas mas variadas. Algunas habian sido perforadas de arriba hácia abajo, otras de abajo hácia arriba. Muchas tenian forma de ollas i platos, a veces hasta un pié de diámetro. En algunas de estas indicaba una línea blanca horizontal que habian contenido agua de lluvia, i que ésta a su vez habia contenido sales.

Las piedras chicas toman a veces formas de cigarros, otras veces, de clavos de herraduras, otras formas de planchas delgadas como carton i perforadas.

Las formas mencionadas mas características se encuentran solamente en llanuras suavemente inclinadas o en las faldas de los cerros, donde las lluvias no han dejado la menor señal de haber corrido, i donde por consiguiente las piedras no han sido movidas; en la parte mas profunda del llano, donde de vez en cuando corren aguas del interior, ya no toman las piedras estas formas, aunque tambien son pulidas.

Las piedras de grano grueso no tienen la superficie mui lisa, sino ahoyada como la cara de un apestado; las de estructura compacta o grano fino presentan una superficie bien pulida i bastante lustrosa; mirando un llano cubierto con estas piedras cuando el sol está bajo, se le ve relumbroso por el reflejo de los rayos del sol.

Es evidente que los agujeros de las piedras han sido producidos por granos de arena, que han encontrado algun obstáculo para seguir su camino rectilíneo i que despues con un movimiento circular i jiratorio han perforado las piedras en el trascurso de los siglos. Pero con este trabajo se han gastado los granitos de arena tambien, dando oríjen a un polvo impalpable, que de alguna manera se ha escapado para ser reemplazado por otros granos de arena. Es mui probable que este polvo fino, tambien producido por el movimiento rectilíneo de la arena, ha sido el oríjen de la arcilla endurecida (loess de los alemanes) que en muchas partes se ve debajo de las piedras i tierras oscuras superficiales, a veces en gruesos bancos con la parte superior cimentada por un poco

de yeso, a veces reemplazado completamente por yeso blanco compacto, sin estratificación.

La ausencia de verdadera arena en el desierto se explicaría también por esta transformación en arcilla, de la que probablemente una parte ha sido llevada hasta el otro lado de la cordillera de Domeyko, hasta la Puna de Atacama.

El polvo fino (loess) es distinto de la tierra oscura superficial, que acompaña a las piedras; se compone ésta de arena arcillosa con pedacitos de piedras de distintos tamaños i es tan blanda, que el pié de los caballos muchas veces se hunde en ella. Es quizás el producto inmediato de la acción continuada de la expansión i contracción, producido por la acción del calor i del frío sobre las piedras sueltas del llano. La capa tiene generalmente pocas pulgadas de espesor i a veces falta casi por completo, descansando en tal caso las piedras inmediatamente sobre la capa arcillosa i yesosa de color claro. A lo largo del ferrocarril se han recojido en algunos trechos las piedras oscuras para formar el cuerpo de la línea i queda a la vista la capa de arcilla yesosa color blanco sucio, a menudo llena de grietas, que dividen la superficie en formas poligonales. Para formar los caminos carreteros es muchas veces suficiente quitar las piedras i la tierra oscura para tener sobre la capa arcillosa yesosa un piso firme i parejo.

En las faldas del cerro «Mirador», que en todas partes está cubierto por las piedras superficiales, han cavado las lluvias fuertes, que cayeron hace pocos años, numerosas zanjas, que desde lejos producen una impresión extraña por su color blanquizo, que forma contraste con el color oscuro del cerro.

La posición de las piedras encima de la tierra oscura i la de ésta encima del banco arcilloso yesoso, en grandes llanuras suavemente inclinadas, i a veces algunos kilómetros distantes del cerro firme mas próximo, es un hecho muy difícil de explicar. ¿Cómo han podido venir las piedras allá? Parece imposible que hayan sido esparcidas por las lluvias, puesto que no hai ninguna señal de que haya corrido agua; la lluvia que ha caído parece haber sido consumida inmediatamente por la tierra oscura porosa, sin haber corrido.

El viento tampoco puede haber traído las piedras. ¿Será posible que la expansión i contracción diaria debida al calor i al frío, ayudada por la pequeña inclinación del terreno, haya producido movimientos infinitamente pequeños, que en el trascurso de los siglos haya llegado a tener resultados visibles?

Recuerdo haber visto esta idea en un periódico europeo, acompañada de un croquis, que demuestra cómo los trozos de cuarzo del afloramiento de una veta han sido esparcidos sobre un plano muy poco inclinado.

I habiendo movimiento, por pequeño que sea, se comprende que las tierras finas han podido quedar debajo de las piedras. Si en un platillo se echa una mezcla de piedra i arena, se puede conseguir con cierto sacudimiento, que las piedras grandes vayan encima.

He mencionado que las piedras superficiales algunas veces están separadas de la tierra oscura por una capa de yeso blanquísimo harinoso, que no se ve mientras no se levante la piedra.

¿Cómo explicar la existencia de este yeso? He ahí otro problema intere-

sante del desierto. ¿Habrá subido del banco yesoso inferior por causa de la capilaridad? ¿O habrá sido introducido por el viento, que de la misma manera que arrastra los granos de arena, también puede arrastrar partículas de yeso? La forma de pirámide triangular, que tiene la base de tantas piedras, i los agujeros, que suben desde abajo hacia arriba, prueban que el viento también penetra por debajo de las piedras.

En cuanto a los grandes llanos o planos inclinados, que se extienden entre la cordillera Domeyko i la cordillera de la costa, con suave inclinación hacia la última, hai que notar, que así como los cerros han tomado formas suaves i redondeadas, así también en las llanuras se han borrado en gran parte las zanjas i desigualdades que debe haber tenido la superficie durante la época lluviosa. Un perfil longitudinal, es decir, mas o ménos N. a S. presentaría una línea ondulada con formas suaves, esceptuando en la parte mas baja de cada ondulación, donde se encuentran los lechos secos de los antiguos rios, que corrieron durante cierta parte de la época cuartaria.

Perfiles trasversales de oeste a este, siguiendo la parte superior de las mencionadas ondulaciones presentan líneas completamente rectas, como tiradas a regla, líneas de muchas leguas de extensión.

Estas líneas se ven mirando con dirección N. S. desde cualquiera parte de los bajos de las ondulaciones. Estas formas de los llanos inclinados corresponden a las formas suaves de los cerros, i son el resultado, en parte probablemente, de la acción de las aguas corrientes durante la época, en que las lluvias eran escasas, i a la acción de los agentes físicos, que todavía hacen su obra en el desierto.

II.—LA CAPA DE YESO

Pasaré ahora a tratar del banco mencionado de yeso poroso, que en algunas partes parece ser el equivalente jeológico de la capa de *loess*, mientras que en otras partes se le ve descansar encima de *loess* pasando gradualmente a él.

Mencionaré algunos puntos característicos, que he visto. En el plano inclinado mencionado mas arriba, al O. de la estación del Refresco, se ve la siguiente sucesión de capas cortadas desde arriba hacia abajo.

1) Las piedras superficiales, compuestas de rocas eruptivas de varias clases, casi todas con su superficie cortada horizontalmente a flor de tierra, i a veces estirada en una punta delgada con su parte inferior a menudo en forma de una pirámide triangular muy baja.

2) Debajo de muchas de las piedras, la capita de yeso harinoso de pocos milímetros de grosor.

3) La tierra oscura compuesta de arena arcillosa con piedrecillas de pocas pulgadas de espesor (la chuca).

4) El yeso poroso de uno a dos pies de grosor.

5) Debajo del yeso a veces una capa de salitre salobre de pocas pulgadas de grosor.

6) Las capas 4) i 5) están a veces atravesadas por grietas verticales, de varias pulgadas de ancho, rellenas con sulfato de magnesio o de sodio.

7) *Una mezcla de arena arcillosa i piedrecitas con las aristas filudas; se ignora el espesor.*

Unos tres o cuatro kilómetros al S. O. de la estacion de Agua Verde encontré en una falda inclinada hácia el N. primero las piedras sueltas, despues un poco de arena, compuesta de fragmentos de yeso amarillento, mas abajo yeso poroso amarillento, que mas abajo paulatinamente se volvió mui compacto i blanco con fractura terrosa i una que otra ojedad con estalagmitas del mismo yeso; ninguna estratificacion. Perforé este yeso hasta la hondura de 12 piés sin alcanzar atravesarlo. Unos 500 metros mas al E. la misma capa de yeso no tenia mas que uno o dos metros de espesor, descansando sobre una mezcla de arena arcillosa i piedrecillas con aristas filudas. Al pié de la falda, en el plano de la quebrada que en algunas partes tiene un poco de humedad i de vejetacion (cachiyuyos), hai eflorescencias de sal i un yeso parecido al de las faldas.

Mas al naciente está compuesto el plano de la misma quebrada de *loess* con mui poca o ninguna estratificacion, habiendo una que otra capita de arena arcillosa; la he perforado hasta la hondura de 12 piés sin atravesarla.

Un par de kilómetros al S. de la estacion Agua Verde en un plano inclinado hácia el N. he encontrado primero las piedras sueltas, despues la tierra oscura, despues la capa de yeso con un espesor de un pié i ménos, i debajo de ella, una capa de caliche de mas de dos piés de grosor i con lei de 20% a 40%.

En el mineral de «Colmos» hai un faldeo con terreno ondulado de bastante estension, cubierto con una capa de yeso compacto i blanco. He visto allí un chiflon, que primero atraviesa el yeso con un grueso de un metro i que al llegar a la roca firme habia cortado una veta de cobre, con metales de color. Los cateadores habian encontrado rodados de cobre encima del yeso, i haciendo el chiflon encontraron la veta. Observé, que en el contacto entre el yeso i la roca, pedazos de ésta estaban completamente envueltos en el yeso como nadando en él; mas abajo entraba el yeso en la roca en delgadas grietas que no alcanzaban a separar completamente los pedazos de la roca. En la capa compacta de yeso se veia una que otra piedrecita i en la superficie habia unas pocas piedras esparcidas. Todo esto hacia involuntariamente la impresion de que el yeso poco a poco habia ido creciendo, separando los trozos de la roca i de la veta, i levantándolos despues hasta la superficie.

Cerca de aquel lugar encontré, con gran sorpresa mia, trozos de manganeso, tamaño de puño i de cabeza i pulidos por el viento, descansando encima del yeso i sin que en ninguna parte se divisara roca firme o veta de donde podian haber venido. Algunos años despues supe, que debajo del yeso se habian encontrado importantes depósitos de manganeso.

En la cumbre misma del cerro «Guanaco del Sur», que está al lado N. de la quebrada del Juncal, que alcanza a 2,500 metros sobre el mar, encontré trozos de piedra pez (pechstein) tamaño de puño, descansando sobre arena fina de pocas pulgadas de espesor, debajo de esta seguia yeso blanco poroso, de pocas pulgadas de grosor, i debajo de ésta la roca firme, traquita o andesita.

En muchas partes se encuentra en las faldas i cumbres de los cerros i descansando inmediatamente encima de la roca firme una capa de, cuando mas, un par de metros de espesor, compuesta de piedrecillas filudas i arena arcillosa, todo cimentado i embutido en yeso poroso. Las piedrecillas en este caso provienen de la descomposicion de la roca subyacente, jeneralmente granítica o porfídica o andesítica, i es la capa mas moderna de todas. La he encontrado, entre otras partes, en los minerales del «Guanaco del Norte», 2,700 metros, i de Chuquicamata, 2,500 metros sobre el mar.

¿De dónde proviene este yeso, tan comun en el departamento de Taltal?

Su posicion en los niveles mas distintos, al pié de los cerros, en la cumbre de los mismos, desde 1,000 piés sobre el mar hasta 2,700, escluye toda posibilidad, de que haya sido precipitado de disoluciones acuosas. No es posible tampoco aceptar la idea, de que la configuracion actual del terreno haya sido distinta al formarse el yeso i que la capa de éste, al principio horizontal, haya cambiado de forma por solevantamientos o hundimientos posteriores. Desde luego, no conocen los jeólogos trastornos tan grandes de la superficie en una época tan moderna. Segundo, estos trastornos tambien debian haberse manifestado en el perfil longitudinal de los lechos de las quebradas, que habiendo sido escavadas en una época húmeda, son mas antiguos que la capa de yeso, que pertenece a la época seca posterior. Pero en estos perfiles no se nota ninguna irregularidad. Tercero, las piedras cimentadas con yeso en las faldas i cumbres de los cerros habrian sido redondeadas, si hubiesen sido depositadas debajo del agua, pero son filudas.

Por consiguiente, el yeso no ha sido depositado debajo del agua.

No nos queda entónces mas que la atmósfera.

Es mui natural, que el viento huracanado, que ha pulido i gastado las piedras, tambien puede haber arrastrado granitos de yeso hasta las mayores alturas. ¿Pero de dónde? ¿De las capas de abajo? ¿I de dónde ha venido el yeso de estas capas, cuando hemos demostrado que no ha sido depositado por aguas? Yo no veo otra esplicacion que suponer, que el viento ha traído el yeso en partículas finísimas desde el mismo mar. I si esta idea choca en el primer momento, no hai mas que recordar, que es un hecho, que la atmósfera i las lluvias siempre contienen una pequeña cantidad de sal comun i en tanta mayor cantidad, cuanto mas cerca de la costa. Esta sal no puede tener otro oríjen que el mar, de cuya espuma el viento eleva partículas minúsculas de agua salada, que al evaporarse todavía disminuyen de tamaño en alto grado, facilitando así su transporte a largas distancias.

Pero junto con la sal comun se elevan naturalmente tambien las demas sales contenidas en el agua del mar i entre ellas el yeso forma una parte importante (1.)

(1) Despues de escrito lo anterior, he visto en la jeolojía de Archibald Geikil, traducida por Calderon, que menciona como sustancias contenidas en la lluvia en cantidades relativamente grandes, el ácido nítrico, el sulfúrico, sulfatos alcalinos i alcalino-térreos i sobre todo cloruro de sodio.

¿I la sal comun, que siempre en el agua del mar se encuentra en mucha mayor cantidad que el yeso? por qué es tan escasa en el departamento de Taltal? Simplemente porque en ninguna parte hai hoyadas cerradas, donde haya podido acumularse, como en Aguas Blancas i Tarapacá. Toda la superficie del departamento de Taltal al poniente de la Puna de Atacama tiene un declive no interrumpido hácia el mar, (1) de lo que resulta que la sal comun, siendo mucho mas soluble que el yeso, poco a poco ha escapado i todavía está escapando subterráneamente hácia el mar, dejando la mayor parte del yeso. Los pozos hechos en Taltal tienen agua salada.

Me parece, por consiguiente, que no puede haber dificultad en admitir la hipótesis de, que el yeso haya sido traído i continúa trayéndose directamente del mar, introduciéndose entre las tierras porosas i dentro de los productos de descomposicion de los llanos i de los cerros, cimentando los fragmentos, separándolos i hasta levantándolos.

Naturalmente, las demas sales marinas, que se encuentran en el desierto, tendrian el mismo oríjen. Que no se encuentran todas juntas depende naturalmente de su distinta solubilidad i de su distinto modo de conducirse con la fuerza de la capilaridad.

III.—ORÍJEN DEL SALITRE

Intimamente relacionada con la cuestion del oríjen del yeso es la del oríjen del salitre. El salitre se encuentra tan íntimamente ligado con las demas sales del desierto, que no se puede tratar del oríjen de las unas sin tratar al mismo tiempo del oríjen del otro. El viento no ha traído el salitre del mar; para esto es demasiado pequeña la cantidad de salitre contenida en él; pero esto no impide que el salitre haya tenido su oríjen en la atmósfera, lo mismo que las demas sales. Es sabido, que la atmósfera en todas partes contiene pequeñas cantidades de nitritos i carbonatos de amonio, i hasta de nitratos; cada lluvia, cada garúa los trae a la tierra.

Pissis emitió la hipótesis de, que el ácido nítrico proviene de la oxidacion de estas sales, en un terreno alcalino poroso i de cierta temperatura i humedad, ácido que despues se habria combinado con la soda de los felspatos descompuestos.

Ya antes se habia emitido la opinion de que el ácido nítrico se formaba directamente del aire atmosférico por la accion de tierras porosas, atribuyendo a éstas la misma accion oxidante que tiene la esponja de platino.

Antes de emitir mi opinion personal, pasaré en revista las demas hipótesis o teorías, que se han formado sobre el oríjen del salitre.

1.º Una es que al levantarse la costa grandes lagunas de agua del mar habian quedado sin salida. En sus orillas habia habido una abundante vejetacion de algas, con cuya descomposicion i oxidacion se habrian formado los nitratos.

Desde luego, no existen en ninguna parte del departamento de Taltal las

(1) Esceptuando unos pocos barreales i salares de poca estension.

hoyadas sin salidas, a lo ménos en las salitreras, que debian haber estado ocupadas por dichas lagunas. Tampoco se encuentran las capas de salitre en los niveles horizontales, que habria exigido la existencia de las lagunas: por el contrario, se encuentra el salitre a veces al mismo tiempo al pié de un cerro aislado i encima de su cumbre, 200 metros mas arriba. En fin la distribucion del salitre se opone completamente a esta teoría. (Me refiero únicamente a Taltal, no a Aguas Blancas i Tarapacá.)

Ademas, ¿cómo explicar de esta manera, que la capa de yeso se encuentra encima del salitre?

2.º Otros atribuyen el oríjen del salitre a la descomposicion i oxidacion de una *vida orgánica terrestre exuberante*. Pero donde existe vida orgánica abundante, hai mucha lluvia i las lluvias se llevarian los nitratos. No se ha encontrado nunca capas de salitre en lugares con mucha vejetacion.

Se ha citado la pampa de Tamarugal como un lugar, donde la humedad subterránea del suelo, proveniente de la cordillera, produce actualmente, i en mas alto grado ha producido en tiempos pasados, una vida vejetal i animal, cuyos restos nitrificados habrian sido acarreados a depresiones sin salida al pié Este de la cordillera de la costa.

A esto hai que observar que cuando la vida vejetal i animal era mas abundante i por consiguiente tambien mas abundantes las lluvias, no existian los salares sino un rio con salida al rio Loa, o quizas directamente al mar en alguna parte entre el Loa i las salitreras de Lagunas, segun lo que me han comunicado distinguidos ingenieros. En aquella época no se acumularia, pues, ni el salitre ni otras sales.

Disminuyendo las lluvias se secó el rio i su lecho se obstruyó con los aluviones periódicos. Entónces es cierto que se podria acumular algo de salitre, arrastrado de la vejetacion al Este, así como es probable que las sales de los salares en su mayor parte han sido acumuladas de esta manera. Pero el salitre en los salares se encuentra jeneralmente en poca cantidad i con frecuencia en la falda Este de la cordillera de la Costa, i ademas mui arriba, i seria mui difícil explicar su presencia allí por la capilaridad ascendente. ¿I no seria mas probable que el ácido nítrico en su curso subterráneo i debajo de la capa de sal y yeso de las salinas, i por consiguiente donde no hai oxígeno, sufriera la accion de los microbios anerobios, denitrificándose i reduciéndose a azoe otra vez?

¿I cómo explicar de esta manera el oríjen de las salitreras de Taltal, donde no existen salares ni depresiones sin salida i donde en varias partes se encuentra salitre en la cumbre de los cerros, un par de cientos de metros encima de sus piés?

3.º Un autor cree que el salitre proviene de los montones de táquia o excrementos, que los guanacos, vicuñas i llamas con preferencia acumulan en determinados puntos; pero una abundante produccion de táquia exigiria un clima algo húmedo, que no permitiria la conservacion del salitre formado. En Bolivia, donde mas abunda la táquia, no se conocen salitreras.

4.º Algunos creen, que en los sitios ocupados por las salitreras ha habido grandes depósitos de *guano*, que con su oxidacion habrian producido el ácido

nítrico. Pero no se explicaria entónces la ausencia de los fosfatos de calcio, que debian haber quedado.

Se encuentra a veces guano en nidos i cadáveres de las golondrinas del mar, ya en grietas del caliche, ya entre el caliche i la coba. Este guano se encuentra en poca cantidad i es mas moderno que el salitre. (La golondrina de mar es una ave nocturna, que hace sus nidos en agujeros dentro de la tierra i no seria estraño, que fuera el mismo pájaro llamado *garuma*, que todavía se oye gritar de noche en el desierto.)

5.º Otros creen que la vecindad de los *volcanes* de la cordillera pudiera tener alguna relacion con el salitre, ya por haber bajado de ellos corrientes espesas, semi-líquidas de salitre, ya aguas corrientes conteniendo salitre en disolucion. La primera idea no resiste al mas lijero exámen científico; a las dos se opone la distribucion topográfica del salitre.

Otros, en fin, creen, que por los volcanes pueden haber salido grandes cantidades de vapores amoniacales. Pero esto significaria solamente un aumento de la cantidad de sales amoniacales, que ya existen en la atmósfera, seria por consiguiente, superfluo.

6.º Otros atribuyen el salitre a *fuentes termales*, conteniendo combinaciones del nitrógeno, cuya oxidacion habria producido el ácido nítrico. Pero por lo que yo sé, no se conoce ningun ejemplo en todo el mundo, de que se haya formado salitre de esta manera. Esta teoría exigiria ademas una inmensa cantidad de fuentes termales.

7.º Un autor, cree que el ácido nítrico proviene de la parte amoniacal mas liviana, arrastrada por los vientos de las *guaneras de la costa*, dejando enriquecido el resto en fosfatos.

A esto se podria objetar: 1) que seria estraño entónces que no se encuentren indicios de los fosfatos entre las guaneras i las salitreras; i 2) que las guaneras conocidas, difícilmente podrian haber proporcionado el amoniaco suficiente para producir todas las capas de salitre.

Habiendo objetado de esta manera todas las teorías mencionadas, que son las principales, que se han formado sobre el oríjen del salitre, i que todas se refieren a la nitrificacion de sustancias de oríjen, ora terrestre, ora acuoso, no nos quedan mas que las teorías, que derivan el oríjen del salitre de la atmósfera, es decir, las teorías de Pissis i de Franck.

En cuanto al oríjen atmosférico del material crudo, es decir de los nitritos i carbonatos de amonio i hasta de nitratos, que en todas partes se encuentran en la atmósfera, parece que esta teoría no puede tener objeciones serias.

La cantidad de sales amoniacales contenidas en la atmósfera es probablemente mas que suficiente para explicar el oríjen del salitre. No tengo a la mano los datos numéricos, que indican la proporcion en que las sales mencionadas se encuentran en la atmósfera; pero por poca que sea, su presencia es constante i la estension de la atmósfera inmensa en comparacion con las capas salitreras. La cantidad de azoe combinada, que cada año pasa a la atmósfera por la descomposicion de restos orgánicos, es probablemente mucho mayor, que la cantidad contenida en todas las salitreras de Chile i que no han sido formadas en un

solo año sino en miles de años. Solamente por la combustion anual de carbon se ha calculado, que cada año se desprende al aire 8.000,000 de toneladas de amoniaco, las que contienen el azoe suficiente para producir 40.000,000 de toneladas de salitre.

Para hacer mas fácil el comprender que una fraccion pequeña de los gases contenidos en la atmósfera puede formar depósitos de salitre tan considerables, recordaremos, que el ácido carbónico, cuyo contenido en la atmósfera llega apenas a 0.04%, proporciona toda la inmensa cantidad de carbon, que anualmente entra en la vida vegetal i animal de la tierra, i que durante la misma época, en que se han formado los depósitos de salitre, el ácido carbónico ha proporcionado en varias partes del mundo, el material para capas de turba, cuya estension i espesor en mucho esceden la de las capas salitreras. De intento no tomo en cuenta aquí los inmensos depósitos de carbon, depositado en otras épocas jeológicas, por haber contenido probablemente en aquellos tiempos la atmósfera mayor cantidad de ácido carbónico que ahora. Tambien hai que recordar, que cada molécula del carbon depositado en las capas de turba es solamente una parte de la molécula de ácido carbónico, miéntras que el peso de cada molécula de nitrato de sodio es mayor del peso de las moléculas de sales amoniacales, cuya nitrificacion ha producido el salitre. Para producir una cantidad de salitre determinada, se necesita, pues, una cantidad de gases amoniacales mas pequeña que la cantidad de ácido carbónico necesario para formar una capa de turba o de carbon del mismo peso.

En cuanto a la manera cómo se ha verificado la nitrificacion o la trasformacion de las mencionadas sales en nitratos, han demostrado los estudios de los últimos decenios, que principalmente se debe a microbios, que para su obra necesitan ciertas condiciones a saber: 1) porosidad del terreno; 2) alcalinidad del terreno, con preferencia calizo; 3) cierta temperatura; 4) cierta humedad. Todas estas circunstancias se encuentran reunidas en el desierto, donde la porosidad de la chuca quizas habrá sido de la mayor importancia para la nitrificacion.

Sin embargo no hai que olvidar, que las descargas eléctricas tambien producen nitratos. Ignoro si está bien averiguada la influencia de la electricidad atmosférica i del aire ozonizado.

La soda, potasa i cal contenida en el salitre, atribuye Pissis a la descomposicion de los felspatos. Admitiendo el oríjen atmosférico de todas las sales, que acompañan al salitre, como lo hemos hecho, no habrá necesidad de acudir a los felspatos, sino a las mismas mencionadas sales, que proporcionarian la soda necesaria, ya en el suelo, ya en la atmósfera.

Con la teoría del oríjen atmosférico del salitre se esplica la existencia de la capa de yeso poroso encima del salitre, puesto que si los dos vienen del aire i probablemente juntos, es natural que el yeso, siendo una sustancia ménos soluble, no puede haber penetrado a tanta profundidad como el salitre i la sal comun, que son mucho mas solubles.

Tendríamos aquí un caso de capilaridad descendente, todo lo contrario de lo que sucede en el caso de eflorescencias, que provienen de la evaporacion de aguas salinas subterráneas, que por la capilaridad ascendente suben hasta la

superficie. Sin embargo los dos casos tienen de común, que la humedad busca la parte más seca.

En Aguas Blancas, según me dicen, se encuentra yeso debajo del salitre. ¿Tenemos acaso aquí un caso de eflorescencias del salitre por la capilaridad ascendente? No conozco personalmente Aguas Blancas, pero es muy probable, que una parte del salitre de los salares de allá haya sido acarreado del naciente por aguas subterráneas, efloreciendo después; lo mismo que debe haber sucedido en los salares de Tarapacá— lo que no se opone de ninguna manera a mi teoría de que el primer origen del salitre es la atmósfera.

Volviendo al caso de la capilaridad descendente quizás me dirán algunos que el desierto se distingue por su sequedad i que las sales contenidas en el aire no pueden estar en solución; pero no hai que olvidar, que con el frío de la noche la humedad relativa de la atmósfera aumenta considerablemente, i que además ciertas sales, como el nitrato de calcio, el nitrato de sodio, el cloruro de sodio, tienen la propiedad de atraer la humedad en grado notable, deliecuecer.

Además hai que tener presente, que en el desierto se encuentran todas las graduaciones de humedad, desde el mínimo en el centro hasta el máximo en la costa, donde la humedad de la camanchaca ya es demasiado grande, para que se puedan conservar las sales. Por consiguiente, en alguna parte entre estos extremos debe encontrarse el grado de humedad suficiente i a propósito, para que las sales de la atmósfera puedan adherirse i cristalizar junto con las preexistentes, pero no suficientes para que sean arrastradas otra vez. En estos lugares debe continuar la acumulación del salitre i de las demás sales hoy día mismo. Pero todos los lugares, que ahora no alcanzan a tener este grado de humedad, la habrán tenido necesariamente en algún tiempo durante la transición de la época de las lluvias hasta la época seca actual.

El máximo de humedad que puede haber, sin que el salitre i las demás sales sean llevadas a otra parte varía, para las diferentes sales. Para la misma sal varía también con la inclinación del terreno. Si para una inclinación dada i una sal dada, la humedad pasa de cierto límite, resulta que antes de evaporarse es llevada por la fuerza de la gravedad hacia abajo hasta encontrarse en terreno con menos declive i donde la fuerza de la gravedad obra con menos intensidad, siendo contrapesada por la capilaridad ascendente, que trata de devolver la humedad hacia arriba i dando tiempo de esta manera para que la humedad se evapore precipitándose la sal contenida.

Es ésta la causa de, que el salitre no se encuentre ni en terrenos demasiado inclinados ni demasiado horizontales.

En los terrenos completamente horizontales, generalmente ocupados por salares, es probable que entra en acción otro factor más que la capilaridad, i es la denitrificación por los microbios anerobios.

La curiosa distribución del salitre en Tarapacá, todo al O. de la pampa de Tamarugal, que en todas partes tiene su declive hacia el O., obedece quizás en parte a que las aguas subterráneas provenientes de la cordillera han disuelto i arrastrado el salitre que pudiese haberse formado en toda la extensión de la pampa a las partes más bajas, es decir, al pie E. de la cordillera de la costa.

Allí habria encontrado un terreno permeable (la chuca i la coba) i por la capilaridad habria subido por este terreno efloreciendo i aumentando la cantidad de salitre que allá mismo se habia formado.

Sin embargo, es mas probable que la cantidad de salitre formada en la pampa nunca ha sido gran cosa, por no haber encontrado allá el terreno poroso, la chuca, que casi siempre acompaña al salitre i que parece estar en la mas íntima relacion con el oríjen de éste. La chuca, como hemos visto ántes, se ha formado «in situ» sin haber sido movida jamas ni por aguas corrientes ni por el viento, mientras que el terreno superficial de la pampa es terreno acarreado ya por aguas corrientes, ya por el viento. En esta clase de terrenos no se encuentra salitre nunca.

En cuanto a la chuca, seria interesante averiguar si ademas de su porosidad tambien la composicion petrográfica está en relacion con el salitre. En las salitreras, que yo he conocido personalmente, ha sido compuesta la chuca i las piedras con ella mezclada, de rocas eruptivas i con preferencia porfídicas.

IV.—METALES DE COLOR

Hemos llegado al resultado, de que todos los depósitos superficiales mencionados son de oríjen sub-aéreo, es decir, que no se han formado debajo del agua. Pero hai todavía en el desierto ciertas combinaciones metálicas que, segun mi opinion, son del mismo oríjen, sub-aéreo; me refiero a los metales oxidados, incluso los carbonatos i silicatos, i ademas a las combinaciones del cloro, bromo i yodo con plata, cobre i plomos, que lo mismo que los metales oxidados, se encuentra en la parte superior de las vetas.

Me ocuparé primero de los metales oxidados. Desde luego creo, que nadie dudará del oríjen atmosférico del oxígeno i del ácido carbónico, que contienen. Son mas abundantes en el desierto que en ninguna otra parte del pais. Esto tiene desde luego dos causas, que saltan a la vista: Primero, el hecho de que por la sequedad del desierto las aguas interiores no se encuentran sino a mucha profundidad, i formando el nivel de estas aguas el límite a que puede entrar la acción oxidante de los agentes atmosféricos, resulta que la rejion oxidada en el desierto es mucho mas profunda que en otras partes. Segundo, en el desierto están los afloramientos de las vetas libres de la acción erosiva de las aguas corrientes, lo que las conserva de la destruccion, que sufren en los lugares lluviosos.

En cuanto a la intensidad de la acción oxidante de la atmósfera, ignoro si será mas grande en el desierto que en otra parte, pero me inclino a creerlo así, dadas las condiciones especiales de electricidad i de humedad atmosféricas i la presencia de nitrato de sodio en tantas partes. He visto en la cumbre del cerro de la mina «Reventon», en Paposo, una guía de nitrato de media pulgada de grueso, atravesar el metal oxidado de la veta de caja a caja. En la mina «Huasquina», al N. de la oficina salitrera Santa Luisa, he visto lo mismo en una veta con carbonatos de plomo; i del mineral de «Santa Rosa», de Iquique, me ha mostrado el malogrado doctor Pöhlmann, salitre sacado de una ojedad de la veta a mas de 100 metros de profundidad. Si el ácido sulfúrico formado por la oxidacion

de los sulfuros metálicos se encuentran en presencia de nitratos, se desarrollará ácido nítrico, que a su vez aumentaría en alto grado la acción oxidante.

Ya que estoy tratando de la oxidación de los metales, mencionaré el orden en que se siguen las distintas combinaciones.

En las piritas de cobre se oxida i desaparece primero el sesquisulfuro de fierro ($S_2 Fe_2$), quedando algunas veces el sulfuro de cobre (S Cu), por los mineros llamado *metal plateado*, otras veces el sub-sulfuro (S Cu_2), el metal afilado de los mineros, otras veces el peróxido de cobre (Cu O), *cobre negro*. Si la pirita de cobre ha contenido cristales de pirita de fierro (SSg Fe), quedan éstos dentro del metal plateado o afilado sin haber sufrido descomposición ninguna.

A veces sucede también que algunas partes de la pirita de cobre se convierten en una mezcla de óxidos de fierro i de cobre, de color rojo o café, envolviendo otras partes de la pirita cobriza, que no ha sido oxidada. Este metal se llama por algunos mineros «bronce de color», no se encuentra en mucha cantidad i jeneralmente cerca de la superficie.

Encima de la rejion de los bronce plateados, afilados i negros se encuentra la verdadera rejion de color, compuesta de oxidulos de cobre (rosicler), cobre nativo, carbonato de cobre (malaquita i azurita), silicatos de cobre (llanca); todo mezclado con óxidos de fierro. En esta rejion se ha oxidado todos los cristales de pirita de fierro conservando muchas veces los cristales su forma, siendo su composición óxido de fierro hidratado. La oxidación ha avanzado mas o ménos en el mismo orden, en que acabo de indicar las distintas combinaciones, pero rara vez se encuentra cada combinacion aparte, sino mezcladas varias de ellas juntas. El orden de oxidación, superposición, se ve muchas veces mui bien en pequeñas muestras: en el centro rosicler, alrededor de éste una capa de malaquita, i alrededor i encima de éste otra capa de llanca. Las llancas verdes o negras, se encuentran jeneralmente cerca de la superficie. En vetas con criadero de cuarzo blanco se ve a veces como el cobre ha penetrado en el cuarzo mismo, dándole en el contacto con el metal de color un color verde subido, que paulatinamente se debilita con la distancia, hasta desaparecer.

Paso ahora a las combinaciones del cloro, bromo i yodo con plata, cobre i plomo, con o sin oxígeno i agua.

Estas combinaciones son consideradas por algunos como formadas debajo de las aguas del mar; pero me parece, que sería mui difícil sostener esta idea seriamente. En las vetas de cobre se encuentran las combinaciones con el cloro (nantoquita i atacamita), o mezcladas con o encima de los oxidulos i carbonatos de cobre i son por consiguiente o de la misma edad o posteriores. En el primer caso no han estado debajo del mar, puesto que los metales de cobre no se han podido oxidar debajo del mar; en el segundo caso, para que hubieran podido formarse debajo del mar, habría tenido que hundirse todo el continente hasta la profundidad de 4,800 metros, puesto que a esta altura se encuentran cloruros en Bolivia; pero es mui improbable que el continente haya realizado un hundimiento tan grande en una época tan moderna como la de la oxidación de los metales. No hai ninguna otra señal de tal hundimiento.

Aplicando a nuestro caso la teoría ántes esplayada de que la atmósfera

cóntiene en pequeña cantidad todas las sales del mar, tenemos una explicación mui fácil del origen del cloro, bromo i yodo de las vetas.

La gran frecuencia con que estas combinaciones se encuentran en el desierto en comparación con otras partes, parece, además, indicar que las condiciones climatéricas del desierto, es decir, poca humedad, son exactamente las que son favorables para su formación, i que, por consiguiente, son verdaderos hijos del desierto.

En las vetas de cobre no se ve nunca la atacamita en contacto con los sulfuros; parece que se forma por la acción del cloruro de sodio sobre los metales oxidados; en las vetas de plata, por el contrario, se encuentran los cloruros, bromuros i yoduros en inmediato contacto con el sulfuro de plata (i de la plata blanca) i hasta íntimamente mezclados con él, así que parecen ser el resultado inmediato de la acción del cloro, bromo i yodo sobre el sulfuro de plata (i sobre la plata blanca).

Mencionaré al último un caso curioso, en que parece que la atacamita, es decir, oxiclорuro de cobre ($\text{Cl}_2 \text{Cu}, 3 \text{Cu} (\text{OH})_2$) ha sido trasformada en brochantita oxisulfato de cobre ($\text{SO}_4 \text{Cu}, 3 \text{Cu} (\text{OH})_2$). En los famosos llamperos del mineral de Chuquicamata, donde todo el cerro, cuya roca es granito descompuesto, en una extensión de dos a tres mil metros de largo por cien a quinientos metros de ancho, está atravesado por una infinidad de grietas, finas como papel i rellenas de atacamita en polvo sin ningun vestijio de óxido de fierro, se encuentran tambien numerosas grietas de algunos milímetros de grosor, rellenas con brochantita fibrosa, las fibras mas o ménos perpendiculares a las cajas de las grietas. Comparando las fórmulas químicas de los dos, se ve que la única diferencia entre ellos es que el uno tiene cloro donde el otro tiene ácido sulfúrico. Parece, pues, lo mas natural suponer que el uno proviene de la trasformación del otro, cambiándose dos átomos de cloro con uno de ácido sulfúrico, o vice-versa. La trasformación de la brochantita en atacamita seria fácil de explicar por la acción del cloruro de sodio contenido en cantidades infinitesimales en la atmósfera; pero si es la atacamita la que se ha trasformado en brochantita, ¿de dónde ha provenido entonces el ácido sulfúrico? En la región de las atacamitas no suele nunca encontrarse ningun vestijio de azufre o de ácido sulfúrico. Pero segun lo que yo he visto, es exactamente la brochantita la mas moderna de las dos i proveniente de la trasformación de la atacamita. Segun mi teoría del origen atmosférico de gran parte de las sales del desierto, tendríamos aquí otra vez la huella del yeso, que en combinación con la atacamita habria formado brochantita i cloruro de calcio, habiendo desaparecido este último por su gran solubilidad.

Del mismo mineral de Chuquicamata tengo muestras de rosieler de cobre fibroso, con las fibras mas o ménos perpendiculares a las cajas de la guicita, lo mismo que sucede con la brochantita, i con la particularidad de que una parte de la grieta está rellena con yeso fibroso, con sus fibras paralelas a las del rosieler. ¿Será quizás esto un indicio de que las grietas actualmente rellenas con brochantita, primero han estado llenas de yeso fibroso, que de las disoluciones de atacamita ha precipitado la brochantita, cambiándose este último quizás despues en óxido?

En el mismo mineral de Chuquicamata hai vetas i mantos, conteniendo cerca de la superficie en un tofo blanco considerables cantidades de kröhnkita ($\text{SO}_4 \text{Cu}$, $\text{SO}_4 \text{Na}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$) sin vestijios de óxido de hierro. Este mineral, que por su solubilidad en el agua no podria conservarse sino en un clima seco, es por consiguiente un hijo lejítimo del desierto. En varias partes del desierto, por ejemplo en Tierra Amarilla, Copiapó, en Paposó, en Sierra Gorda, en Los Bayos i al NO. de Calama, existen vetas i mantos con sulfatos férricos hidratados; básicos; como son el Copiapita, Coquimbita, Hohmannitza i otros, lo mismo que se ha dicho de la kröhnkita vale tambien para éstos.

En Tierra Amarilla he visto los sulfatos mencionados, que solamente profundizan pocos metros, descansar sobre una capa de azufre nativo, con espesor de seis a ocho pulgadas, despues de la cual sigue una veta casi vertical de piritas de fierro con 4 a 6% de cobre.

En estos casos, el ácido sulfúrico naturalmente proviene de la oxidacion de las piritas.

V.—LA EDAD JEOLÓJICA DEL DESIERTO

El problema de cuándo principió el clima seco, que ha hecho de las provincias del norte un desierto, coincide con este otro: ¿Cuándo cesó el clima húmedo, que precedió al clima seco actual? Para determinar esto tenemos ciertos datos jeolójicos, que pueden guiarnos.

La época lluviosa ha dejado sus señales en los lechos actualmente secos, escavados por los rios de aquella época. Estos lechos han sido profundizados en algunas partes en cascajos marinos, pertenecientes a la época cuartaria, lo que demuestra, que el clima lluvioso todavía subsistia durante el solevantamiento de esos cascajos cuartarios.

Pero podemos precisar todavía mas el fin de la época lluviosa. Los antiguos rios no solamente corrieron durante el solevantamiento, sino tambien despues que el solevantamiento hubo cesado i la costa hubo tomado su actual nivel. Esto está demostrado por el hecho, de que los lechos de los antiguos rios llegan hasta el nivel actual del mar, lo que naturalmente no habia podido suceder, si el mar no se hubiera retirado a su actual nivel, cuando corrian los rios.

Donde se ve esto mui bien es en la quebrada del «Coloso» al sur de Antofagasta. Subiendo encima de los cerros próximos á la costa, se divisa hácia el interior, haciendo abstraccion de las numerosas quebradas, un plano suavemente subiendo hasta el *divortium aquarum* con el ferrocarril de Aguas Blancas i que debe haber sido un antiguo fondo del mar. Las quebradas que atraviesan este plan, no tienen por consiguiente, su nacimiento en la cordillera sino en la parte mas seca del desierto. Encima de una loma larga i angosta, compuesta de rocas eruptivas de color oscuro mas o ménos 150 metros sobre el mar, se distingue desde léjos por su color claro una capa de varios metros de espesor, compuesta de grandes blocks redondeados de diorita i de piedras calcáreas con fósiles, mezclados con arena i con piedras mas pequeñas de todos tamaños. Estos blocks deben haber sido traídos o del interior por un

rio mui torrentoso o del cerro del «Coloso» por las rompientes de una playa. En este cascajo primero i en la roca viva despues ha cortado su lecho la nueva quebrada principal, que corre al pié norte de la mencionada loma en una profundidad de mas de 100 metros. Ha principiado su obra de erosion durante el solevantamiento i la ha continuado hasta tomar el mar su actual nivel, puesto que el fondo de la quebrada está cavando en la misma playa en la roca viva. Por consiguiente el solevantamiento de la costa habia cesado por completo ántes de terminarse la época lluviosa.

El resultado es, que durante la época cuartaria primero se depositaron debajo del mar los cascajos con conchas, que encontramos en tantas partes de la costa, i despues se levantaron, por lo que se ve en varias partes, varios centenares de metros. Durante todo este tiempo continuó el clima lluvioso, profundizando las quebradas, así que ya habia trascurrido una parte considerable de la época cuartaria ántes de principiar el clima seco del desierto, por consiguiente todos los depósitos superficiales, de que hemos tratado en las páginas anteriores, incluyendo el salitre i los cloruros metálicos, son sumamente modernos jeológicamente hablando, mas modernos que las guaneras superiores de Mejillones, que se han formado, no despues sino durante el solevantamiento, como lo demuestran las playas en distintas alturas, en que se encuentra el guano.

VI.—CONCLUSION

En las páginas, que preceden, he espuesto algunas de las observaciones, que durante largos años he podido hacer sobre los depósitos superficiales del desierto, como tambien mi opinion sobre los principales agentes físicos i químicos que han contribuido a formarlos. No pretendo, que estos agentes sean los únicos; sé mui bien, que los depósitos tanto del salitre como del yeso, de la sal comun i de las demas sales pueden formarse de varias maneras; pero he indicado las causas, que segun mi opinion son las principales. No pretendo tampoco ser infalible. Invito, pues, a los conocedores del desierto a una franca discusion, con tal que sea fundada en buenos argumentos i especialmente en observaciones propias. Entre tantas ilustradas personas, que viven en el desierto o que lo han conocido, hai sin duda muchas, que pueden contribuir con preciosas observaciones a su estudio. Con tal que cada uno comunique lo que ha observado de nuevo, hará un servicio a la ciencia.

Para indicar un par de preguntas, que me vienen a la memoria, ¿qué relaciones hai entre el salitre i la naturaleza petrográfica de las rocas, que lo acompañan? ¿Son estas rocas siempre de oríjen eruptivo, o pueden tambien ser rocas estratificadas? ¿Qué se sabe de la existencia del bromo en el desierto?

Creo que este BOLETIN con gusto recibiria comunicaciones de esta clase.

LORENZO SUNDT,
Ingeniero de Minas.

Informe sobre la Organizacion de los Servicios de Minas i sobre la Enseñanza de la Minería en Francia pasado al señor Ministro de Chile en Francia, don Enrique Salvador Sanfuentes.

(Continuacion)

PARTE SEGUNDA

ENSEÑANZA DE LA MINERÍA EN FRANCIA

CAPÍTULO PRIMERO

RÁPIDA RESEÑA HISTÓRICA SOBRE LAS DIVERSAS ESCUELAS DE MINAS DE FRANCIA

En Francia existen en la actualidad las siguientes escuelas para la enseñanza de la minería: la Escuela de Minas de Paris, la de Saint-Etienne, la de mayordomos de Minas de Alais i la de mayordomos de Minas de Donai.

§ 1.º

Escuela de Minas de Paris.—La Escuela de Minas de Paris fué creada por un decreto real de 19 de marzo de 1783. Esta primera Escuela de Minas establecida en Francia, desapareció en la tormenta revolucionaria. Reconstituida en 1794, funcionó regularmente en Paris hasta 1802, época en que fué transportada á Geislautern i Pesey, o mas exactamente a Montiers en Saboya i ahí quedó hasta los acontecimientos del año 1814 que quitaron a la Francia este pais. Despues de un corto período transitorio, la Escuela fué definitivamente reconstituida en Paris por decreto de 6 de diciembre de 1816 i establecida en el Hotel Vendôme, que ocupa todavía.

§ 2.º

Escuela de Minas de Saint-Etienne.—El Gobierno de la Restauracion creó por ordenanza de 2 de agosto de 1816 una Escuela de Mineros en Saint-Etienne, en reemplazo de las escuelas prácticas de Geislantern i Pesey, escuela que aun

existe pero mui modificada, como veremos i hoi dia es Escuela de Minas i no de mineros.

§ 3.º

Escuela de Mayordomos de Minas de Alais.—Un decreto real de 23 de setiembre de 1843 instituyó la Escuela de Mayordomos de Minas de Alais, que existe tal como se fundó. Se reglamentó la Escuela por un decreto ministerial de 21 de julio de 1890.

§ 4.º

Escuela de Mayordomos de Minas de Donai.—Por decreto de 27 de marzo de 1878 se fundó en Donai una escuela práctica destinada a formar maestros obreros mineros. Un decreto de 18 de julio de 1890 organizó esta escuela.

CAPÍTULO SEGUNDO

ESCUELA DE MINAS DE PARIS

§ 1.º

RESEÑA HISTÓRICA

Admision.—El decreto de 1894 fija las condiciones del concurso de admision de los alumnos de minas i establecía la regla siguiente: «que el examinador debia preocuparse no tanto de reconocer los conocimientos actuales del candidato, sino que de asegurarse de su intelijencia». Es esta notable recomendacion, observada aun hoi dia, la que le ha valido a esta escuela para formar hombres mui distinguidos i notables no solo bajo el punto de vista de la ciencia de minas, sino tambien al punto de vista de todas las ciencias i de todos los conocimientos humanos.

Alumnos externos.—En la ordenanza de 1816 se estipulaba que habia dos clases de alumnos: los alumnos-injenieros que venian de la Escuela Politécnica, destinados al reclutamiento del cuerpo de minas para los cuales la escuela estaba mas especialmente creada, i los alumnos externos que fueran enviados por los prefectos, por los concesionarios o propietarios de establecimientos metalúrgicos, con el objeto principal, segun el artículo 25 «de formar directores de explotaciones o minas» Pero luego la admision de los alumnos externos fué hecha por concurso para todos los que se presentaran.

Duracion de la enseñanza.—Al principio la enseñanza duraba dos años, solo en 1841 fué aumentada a tres años de estudios.

Enseñanza práctica.—Un decreto de 1795 estipulaba que se estableceria

una escuela práctica por la explotación i el tratamiento de las sustancias minerales al lado o cerca de una mina perteneciente al Estado i en actividad o en el que se pudiera comenzar i seguir la explotación con ventaja. Así que entónces no quedaba sino que la Escuela Politécnica de pura teoría i esta Escuela práctica. Pero el Consejo de Minas creía que hacia falta entre estas dos una escuela de teoría aplicada, i que debía mantenerse la Escuela de Paris. Además estimaba que debía darse una instrucción práctica detallada en todos los ramos del arte de minas i de metalurgia; pensaba que la Escuela práctica debía comprender cuatro secciones, o mas bien, que eran necesarias cuatro escuelas prácticas: una para la explotación de las minas propiamente dicha, la que era preferible establecer en una mina de hulla; la segunda para el tratamiento de los minerales de fierro i la elaboración de este metal; la tercera para el tratamiento de los minerales de plomo i de cobre, i para la separación del oro i de la plata; i la cuarta para la explotación de las salinas.

A la cabeza de cada uno de estos establecimientos debía ponerse un inspector jeneral encargado de la dirección i del profesorado, un ingeniero para secundarlo, i un contador.

Los alumnos de la Escuela de Minas de Paris deberían necesariamente pasar cierto tiempo ahí i su ascenso a ingenieros supernumerarios no podia tener lugar sino despues de constatar sus conocimientos prácticos.

Pero el decreto de 1802 creó solo dos escuelas prácticas: una en Geislantern i otra en Pesey. La primera debía enseñar el arte de tratar las minas de fierro i de extraer la hulla, al mismo tiempo que se ocuparía de todo lo que se refiere a las preparaciones de que son susceptibles las sustancias minerales; en la segunda se debería enseñar todo lo que se relaciona con la explotación de las minas de plomo, cobre, plata i salinas.

A propósito de esta enseñanza práctica, conviene conocer las ideas de M. Chevalier sobre el particular. Cuando en 1848 la Escuela de Minas de Paris experimentaba una transformación bastante grande, Miguel Chevalier daba a sus ideas el apoyo de su autoridad i de su experiencia personal. En una nota dirigida al Ministro de Trabajos Públicos, le hacia observar que los alumnos de la Escuela de Minas que siguen sus cursos en Paris, i que no tienen otra práctica que viajes rápidos, en los que apenas quedan un momento en los establecimientos, no recojen sino enseñanzas mui someras, no siendo si no lo que se les quiere autorizar a observar i no tomando ninguna parte en las operaciones. Chevalier, convencido de que era necesario conservar la Escuela de Paris, para tener a la vez las colecciones necesarias i los profesores teóricos mas eminentes, pensaba que era necesario obligar a los alumnos a pasar dos temporadas de 6 meses cada una en la Escuela práctica que habria sido instalada en un establecimiento del Estado, que reuniera mina i usina, i de preferencia, segun él, en una mina metálica con minerales complejos; no seria sino despues de esta permanencia que un viaje vendria a servir de coronamiento a esta educación.

En 1830, el Consejo de Minas consideraba que los trabajos de laboratorio i los ejercicios de levantamiento en planos superficiales i subterráneos eran el preludio de la enseñanza práctica, que debía, segun sus ideas, acabarse en las

escuelas prácticas i en las grandes explotaciones de minas; el art. 10 del decreto de 6 de diciembre de 1816, que refleja estas ideas, estipula que ningun alumno del cuerpo puede ser promovido al grado de aspirante sin haber pasado tres temporadas o vivido 12 meses consecutivos en una escuela práctica o en un establecimiento de minas, i de haber sido reconocido en seguida por el Consejo, como teniendo la esperiencia i los conocimientos prácticos necesarios. El Consejo insistia en la creacion de esas escuelas prácticas; pero el Gobierno no ha adquirido los establecimientos mineros i metalúrgicos necesarios para la constitucion de esas escuelas prácticas. Solo en 1838 se trató sériamente la cuestion. El plan entónces discutido consistia en crear una escuela práctica, que formara al mismo tiempo usina experimental, por un establecimiento compuesto de una mina de hulla i de una usina de fierro, explotados directamente por los ingenieros de minas. Los alumnos pasarian ahí dos temporadas, de un semestre cada una, entre sus cursos teóricos. En el primer año deberian estudiar particularmente los detalles, el primer trimestre en la mina, el segundo en la usina; ellos practicarían los trabajos manuales del minero i del carpintero, del fundidor i del herrero; levantamientos de planos subterráneos i superficiales; presentacion de presupuestos detallados sobre la mina i la usina. En el segundo año, consagrado a estudios mas jenerales, estudiarían proyectos con presupuesto de trabajos o instalaciones para la mina i para la usina. Los alumnos no harían viajes de estudio en Francia i en el extranjero sino despues de esta doble permanencia.

El Gobierno reculó delante del gasto de primer establecimiento que necesitaba la ejecucion de este plan.

Pero no ha sido sino por viajes, tales como se practican en la actualidad, que ha podido ser adquirida la enseñanza práctica fuera de la escuela.

Cursos preparatorios.—En 1844 se crearon los cursos preparatorios. Sin la existencia de estos cursos, los alumnos que quisieran abordar útilmente los estudios especiales como los de la Escuela de Minas, debian pasar por escuelas tales como la Politécnica o la Escuela Normal Superior. Sin contar la pérdida de tiempo que resultaba para ellos, se apartaria por este sistema, como el Consejo lo habia hecho notar con tanta razon desde 1840, a jóvenes que vienen a buscar en la Escuela de Minas una enseñanza particular que les sea útil a la profesion a que se dedican.

Servicios agregados a la Escuela.—Estos son un museo compuesto de colecciones relativas a la industria mineral i a los servicios que a ella se relacionan, i una oficina de ensayes, especialmente encargada del ensaye i del análisis químico de las sustancias empleadas en la industria.

En el museo hai: colecciones de mineralojía, coleccion estadística de la Francia i extranjera, coleccion jeológica para el estudio de los alumnos, coleccion paleontológica i coleccion metalúrgica. El conjunto de estas colecciones constituye un verdadero museo sistemático de ciencias que se relacionan con la explotacion o el tratamiento de las sustancias minerales.

La oficina de ensayes se creó en 1845, con el objeto de hacer gratuito para el público el análisis de las materias minerales.

Reorganizacion de la Escuela.—Por decreto de 15 de setiembre de 1856 se reorganizó la escuela, i últimamente por decreto de 1890.

Sistema de la escuela.—M. A. Aguilon dice que si se examina en su conjunto, la enseñanza de la escuela ha quedado fiel al sistema tan bien concebido desde su oríjen: una enseñanza oral de alcance elevado, de duracion relativamente corta porque es mui condensada, ocupándose de los principios de las cosas i no descendiendo a los detalles que la práctica directa enseña despues mejor i mas rápidamente; ejercicios diversos desarrollados, caracterizados principalmente de un lado por un trabajo prolongado en el laboratorio, i de otra parte por viajes de larga duracion, todo coronado por la ejecucion de proyectos completos, estendidos en detalle, como si debieran ser ejecutados; en todos estos estudios los alumnos relativamente libres son guiados mas bien que vijilados.

El Consejo de la Escuela ha querido que la Escuela asegure a todos sus alumnos, en las situaciones diversas que pueden ser llamados a ocupar, una enseñanza i una preparacion que, no solamente está a la altura de los progresos de las ciencias e industrias contemporáneas, sino aun que les permita contribuir patentemente mas tarde, por ellos mismos, a estos progresos en todas las ramas de las ciencias i de la industria que se relacionan con la estraccion i tratamiento inmediato de las sustancias minerales. El Consejo de la Escuela i la administracion han tenido, por otra parte, cuidado de quedar en sus especialidades que esplican i justifican la existencia de las escuelas de minas; ellos no han cedido a la tentacion, estendiendo los programas, de parecer enseñarlo todo a riesgo de que los alumnos no aprendan nada.

§ 2.º

ENSEÑANZA ACTUAL DE LA ESCUELA SUPERIOR DE MINAS DE PARIS (1)

A) Alumnos.—Se sabe que la Escuela de Minas de Paris, fundada especialmente en vista de formar los ingenieros del cuerpo de minas, ha debido luego abrir sus puertas a otros jóvenes, que buscaban la preparacion para diferentes carreras de la industria; ha debido admitir tambien extranjeros; algunos enviados por sus gobiernos a título de funcionarios, otros en busca de los medios de instruccion necesarios para ocupar un lugar en la industria privada de su pais.

Los alumnos pertenecen, en definitiva, a tres categorías diferentes:

1.º Los *alumnos-ingenieros*, que se reclutan esclusivamente entre los alumnos de la Escuela Politécnica, a los cuales su rango de salida les permite la elec-

(1) Me he estendido mas de lo que hubiera deseado en la reseña histórica relativa a la Escuela de Minas de Paris, con el objeto de dar a conocer las diversas ideas o proyectos que se trató de implantar, sobre todo en lo que se refiere a la enseñanza práctica, pues, al tratar de organizar la enseñanza de la minería en Chile, seguramente que se propondrán muchos proyectos i es conveniente conocer los defectos de que pueden adolecer algunos de ellos i que los hicieron inaplicables en Francia.

cion de una carrera; son los únicos que entran en el servicio del Estado i son siempre en mui pequeño número.

2.º Los *alumnos-esternos*, cuya admision se hace por la via de concursos; la mayor parte han seguido los cursos preparatorios que se hacen en la Escuela misma i en los que han sido admitidos despues de un primer exámen; algunos salen de la Escuela Politécnica; otros, mas raros aun, se presentan al concurso despues de haber hecho sus estudios afuera.

3.º Los *alumnos extranjeros*, que son admitidos despues de un exámen de capacidad, que permite reconocer si están en estado de seguir útilmente los cursos; algunos ocupan de antemano un empleo en la administracion de su pais i vienen a tomar en la Escuela de Minas una instruccion técnica, que no encontrarían en su pais; otros son simplemente recomendados a título privado por los Ministros o Encargados de Negocios de su pais.

Una cuarta categoría es la de los *oyentes libres*, franceses o extranjeros, que son autorizados por el Ministro de Trabajos Públicos a seguir en total o en parte los cursos de la Escuela de Minas, pero sin participar a ninguno de los ejercicios prácticos, sin tener que pasar ningun exámen i sin poder obtener ningun diploma, ni ningun certificado a su salida de la Escuela.

La enseñanza es comun a las tres categorías de alumnos propiamente dichos; sin embargo, los alumnos extranjeros, cuyo número no es limitado por un concurso de admision, como el de los alumnos esternos, no pueden participar a los ejercicios prácticos, sino en la medida de los lugares disponibles en los laboratorios i salas de dibujo.

La duracion de los estudios especiales es de tres años, sin hablar del año preparatorio del cual nos ocuparemos luego.

Al fin de cada uno de los años escolares, los *alumnos ingenieros* i los *alumnos esternos* pasan exámenes sobre todos los cursos correspondientes a este año de estudios.

Los *alumnos extranjeros* no están obligados a seguir la totalidad de los cursos; pero ellos declaran, al principio del año, los cursos que quieren seguir, i pasan en seguida los exámenes de fin de año correspondientes.

B) Cursos preparatorios.—La comunidad de todos los estudios técnicos entre los alumnos salidos de la Escuela Politécnica i los alumnos esternos, exige que estos últimos no lleguen a la Escuela de Minas sino con conocimientos matemáticos i físicos bastante profundos. Tambien el programa de admision ha debido abarcar todas las partes fundamentales de las ciencias enseñadas en la Politécnica.

Pero como es mui difícil a los candidatos encontrar en otros establecimientos de instruccion el medio de adquirir los conocimientos exigidos, se ha reconocido desde hace tiempo la necesidad de crear para ellos *cursos preparatorios*; la institucion de estos cursos en la Escuela de Minas data, como lo hemos visto, del año 1844.

Los cursos preparatorios son seguidos por tres categorías de alumnos: los *alumnos titulares franceses*, admitidos a la Escuela despues de un concurso; los *alumnos titulares extranjeros*, que han sido recomendados por los representantes

de sus países i han debido satisfacer a un exámen de capacidad; en fin, los *oyentes libres*, franceses o extranjeros, que han sido autorizados por el Ministro de Trabajos Públicos a asistir a las lecciones, pero que no pueden tomar parte ni en los exámenes.

Admision.—Los conocimientos exigidos para la admision a los cursos preparatorios difieren por algunas reducciones sobre las ciencias matemáticas de los exigidos para la admision a la Escuela Politécnica; por otra parte, el programa ha sido redactado (año 1886) en términos más jenerales, de manera a dejar mas latitud a los examinadores en sus maneras de interrogar y de apreciar el valor de los candidatos, que son por otra parte mucho ménos numerosos.

Este programa comprende: la aritmética, el álgebra, la jeometría plana i de tres dimensiones, la jeometría descriptiva, la trigonometría rectilínea i esférica, la jeometría analítica, la física (nociones relativas a la pesantez i a la estática de los líquidos i de los gases, a la luz i al calor), la química de los metaloides i los principales elementos de cosmografía i de jeografía.

Los exámenes de admision tienen lugar hácia el 20 de octubre i la apertura de los cursos el 3 de noviembre. La duracion de los cursos es mas o ménos de siete meses; son seguidos por los exámenes de fines de año, que terminan al fin del mes de junio.

Enseñanza.—La enseñanza preparatoria ha sido modificada ultimamente; el número de lecciones destinadas a la mecánica i a la física ha sido casi duplicado, de manera a permitir a los profesores dar el desarrollo, que justifica ampliamente la importancia del rol que estas ciencias juegan en la industria moderna; el de las lecciones de jeometría descriptiva i de estereotomía ha sido reducido, miéntras que el análisis infinitesimal i el curso de química jeneral se han mantenido sensiblemente en los mismos límites que tenían anteriormente.

Los cuatro profesores encargados de los cursos preparatorios disponen, pues, hoi dia, del número de lecciones indicadas a continuacion:

Análisis i jeometría descriptiva.....	45 lecciones
Mecánica.....	50 »
Física.....	45 »
Química jeneral.....	50 »

Las lecciones tienen lugar todos los dias a las 9 A. M., i además dos veces por semana, a las 2 P. M.

Los alumnos se ausentan de la Escuela entre 11 i 12½ para almorzar; quedando en la Escuela hasta las 4 P. M., i consagran este tiempo a ejercicios de dibujo gráfico: depurados, representacion de diversos aparatos mecánicos, lavados, levantamiento de piezas de máquinas i cróquis de talleres. En el mes de mayo, los alumnos son ocupados en manipulaciones de química en laboratorios, cuando los alumnos de los cursos especiales los han desocupado para dedicarse a sus exámenes a fines de año.

Las horas restantes del dia son dejadas a los alumnos para estudiar sus notas de los cursos i para consultar, en la biblioteca, los otros que puedan serles útiles.

(Continuará)