
RESEÑA JEOLÓJICA DE TARAPACÁ.

DISCURSO leído en la sesión inaugural del Ateneo de Iquique
del 6 de Agosto de 1886

SEÑORES,

Pasando un día por una ciudad muy antigua y prodijiosamente poblada, pregunté a algunos de sus habitantes desde cuándo databa su fundación.

—«Nada sabemos, me contestaron, del origen de esta ciudad verdaderamente poderosa; y a este respecto, nuestros antepasados sabían tanto como nosotros.»

Volví cinco siglos después aquel mismo lugar, y no encontré ni vestigios de la ciudad.

Interrogué a un aldeano, que se ocupaba en recojer allí algunas yerbas, sobre la época en que se había verificado tan sorprendente cambio.

—«En verdad, dijo, me extraña tal pregunta, pues este terreno no ha sido nunca otra cosa que lo que ahora es.»

—«Pero ¿no ha existido aquí antiguamente una gran ciudad?»

—«Jamás, me respondió, a juzgar al menos por lo que yo sé y por lo que hemos oído a nuestros padres.»

Al volver, quinientos años más tarde, por estos mismos sitios, los hallé ocupados por el mar. Se encontraba en la playa un grupo de pescadores a quienes pedí que me dijeran desde qué fecha habían sido esas comarcas invadidas por las aguas.

—«Es posible, me contestaron, que una persona como vos «haga semejantes preguntas? Este lugar ha estado siempre como lo veis ahora.»

Pasados otros cinco siglos, regresé al mismo punto. La mar habia desaparecido, è interrogado por mí un hombre que allí se encontraba, me contestó de igual manera que los otros.

Por fin, despues de un largo espacio de tiempo, me acerqué a esos lugares por última vez. Se ostentaba en ellos una floreciente ciudad, mas populosa y mas rica en monumentos que la primera que habia visto; y cuando traté de informarme acerca de la época de esta trasformacion, se me contestó:

—«Su orijen se pierde en la mas remota antigüedad, e ignoramos completamente la fecha en que esta ciudad fué fundada, así como también lo ignoraron nuestros antepasados.»

I

Con este hermoso apólogo trata un autor árabe del siglo XIII, de manifestar, no solo los trastornos a que está sometida la superficie terrestre, sino tambien lo limitado de nuestros conocimientos en lo que a ellos se refiere.

El tiempo es el gran factor de todos los cambios de la naturaleza: es infinito como el espacio; pero la vida humana es tan fugaz y tan breve, que nos és difícil poder apreciar la eterna y alternativa sucesion de esas trasformaciones.

«Como el tiempo no parece jamas, decia Aristóteles hace dos mil años, no podemos suponer que el Tanais y el Nilo hayan seguido constantemente el mismo curso. Los lugares de que manan estuvieron secos en otra época, y su existencia tiene un límite. El tiempo no lo tiene. Lo mismo sucede con los demas rios, que tambien nacen y mueren; y la mar misma no cesa de abandonar ciertos terrenos y de invadir otros. La tierra no ha presentado, pues, siempre igual aspecto, y los límites del océano y de los continentes no han permanecido invariables, pues todo se modifica con el trascurso del tiempo.»

Y aun tratándose de nuestra propia especie, si conocemos algo de los hombres primitivos, lo debemos exclusivamente a las pacientes investigaciones de los arqueólogos, y a la jeología, que leyendo en las capas accesibles de la corteza terrestre, pudo descubrir en ellas los restos groseros de nuestras primeras industrias.

Si esto sucede con lo que jeológicamente puede llamarse la historia de hoy día, ¿qué no será cuando queramos penetrar en la historia retrospectiva del planeta, y en los trastornos colosales que han accidentado su corteza y variado en distintas épocas la posición relativa de la tierra y de los mares?

Mucho me alegraría de mi objeto si me detuviera en las distintas teorías cosmogónicas, aunque solo fuera accidentalmente, ya sea consideradas en sí mismas, ya bajo el aspecto tradicional y filosófico de los pueblos primitivos. I respecto a la jeología, hija legítima de la cosmogonía, daré por conocidos sus principios generales, y pasaré con rapidez por sobre sus trascendentales transformaciones, para llegar más pronto al campo especialísimo en que debo encerrar mi tema.

II

No dejaré, sin embargo, de llamar la atención de mis benévolos oyentes acerca de la importancia de los hechos jeológicos, no solo como ciencia de observación, sino también bajo el aspecto de sus aplicaciones agrícolas e industriales.

La fertilidad de un país o su esterilidad, la riqueza o miseria de sus habitantes, la bondad o lo insalvable del clima, y muchas otras circunstancias, dependen generalmente de un accidente jeológico cualquiera que muchas veces pasa inadvertido.

Así la profundidad o configuración de las costas, la mayor o menor altura de las montañas vecinas, la existencia de carbon

de piedra, la composición del suelo, etc., determinan condiciones distintas de vida y de trabajo, de población y de industria.

La dirección de una línea de cumbres o la de un *solevamiento* del terreno, pueden influir trascendentalmente en la importancia y el porvenir económico de un país.

Si suponémos por un instante que la inmensa fractura que dió origen a la erupción de los Andes, se hubiera abierto paso de este a oeste en lugar de norte a sur, qué profundas diferencias no habrían de observarse en la geografía física de las comarcas hipotéticamente situadas al sur y al norte de esas cordilleras!

Una cadena de montañas da origen a vientos periódicos mas o menos constantes que arrastran la humedad de los mares y la depositan en las cumbres bajo la forma de nieve. Las aguas que de ellas manan van a irrigar y a hacer fértiles comarcas mas o ménos estensas, que de otro modo permanecerían estériles.

Un insignificante accidente en este orden, ha convertido a veces en desiertos de arena el fondo de grandes mares, como el Sahara, en el centro del Africa. Elevándose lentamente el nivel del suelo, agranda sus límites naturales, como sucede en los alrededores del mar Caspio, y en Noruega, y en las costas de Chile; o por la inversa, bajando de nivel, produce inundaciones marinas, como se ha verificado en parte del litoral de Inglaterra, de Italia y del Perú.

Los depósitos de sales y la composición del suelo, no solo tienen una influencia directa en las industrias y población de una comarca, sino que le dan también aspecto característico y determinado.

A la vista de un campo cultivado puede el jeólogo conocer de antemano la clase de terreno que predomina, segun sean los árboles, cereales o leguminosas las plantas que con mas vigor allí se desarrollan.

Por la posición ó dirección de las estratas puede asegurarse si habrá o no aguas subterráneas, y en que punto será mas probable hacerlas surgir.

Por la composición de las rocas puede también determinar la existencia o no existencia de minerales, y en ciertos casos, llegar a señalar con firmeza la clase misma del metal que habrá de encontrarse.

De la clase de terreno que sustenta las ciudades, dependen también su arquitectura y construcciones. La lava en algunos puntos, la traquita en otros, y también el granito y el pórfido, así como el mármol y las areniscas, dan a cada población su carácter y sello especiales.

Por otra parte, la Geología está íntimamente ligada a casi todos los ramos del saber humano. La Mecánica Celeste nos lleva al conocimiento de su origen; la Astronomía le sirve para estudiar la relación que existe entre los ciclos glaciales y el alargamiento e inclinación de la eclíptica; la Física le ayuda en la determinación de la forma del planeta y de las leyes que rigen las erupciones plutónicas y cataclismos geológicos. La Química le presta el concurso de su análisis para escudriñar la naturaleza íntima de las distintas rocas y anotar la proporción en que disminuyen o aumentan ciertos cuerpos, como el cuarzo o el hierro, por ejemplo, a medida que nos acercamos o nos alejamos de la época actual. La Mineralogía le clasifica las distintas especies minerales y le reúne en grandes agrupaciones los numerosos individuos del reino inorgánico. La Paleontología estudia los seres extinguidos a través de la serie interminable de los años, y enseña a leer en las capas de la corteza terrestre, como en un libro, la época en que aquellos existieron y la edad relativa de las distintas formaciones. La Zooloía y la Botánica le son esenciales, como que constituyen la base de la Paleontología, a la cual ha venido a fijar su carácter fundamental en los estudios geológicos, la Anatomía Comparada. Gracia a esta última ciencia pudo Cuvier, con los restos dispersos e incompletos de algunos fósiles, determinar con toda certidumbre sus dimensiones y forma; y en ella se inspiraron también Lamarck y Wallace, y por fin el eminente Darwin, para

desarrollar su inmortal teoría del trasformismo y de la selección natural.

«La jeología está tan íntimamente ligada a casi todas las ciencias físicas, como la historia lo está a la moral», dice uno de los mas grandes sabios modernos; quien a la vez observa «que por mas que los testimonios jeológicos puedan a veces ser incompletos, poseen en cambio la ventaja de estar al abrigo de toda sospecha de inexactitud voluntaria.»

«Podemos engañarnos, agrega, acerca de las consecuencias deducidas de nuestras observaciones, así como estamos espuestos a equivocarnos sobre el jénero e importancia de los fenómenos que se observan en el curso diario de la naturaleza; pero el error no irá nunca mas allá de la interpretacion, de modo que si ella es exacta, nuestros conocimientos llegan a obtener certidumbre.»

Así es la verdad. Si se trata por ejemplo, de las montañas, podemos escudriñarlas, compararlas y estudiarlas en todo sentido: puede haber error en los juicios que lleguen a sujetarnos nuestras observaciones; pero los datos que nos las han sujetado, aparecen ante nosotros en gran relieve, y se imponen a nuestro espíritu con una fuerza de evidencia que nada puede desvanecer.

III

La costa de Tarapacá, como la del resto de Chile, como la de todo el continente, no era antes lo que ahora es.

Una larga y angosta faja de islas graníticas, que se esparcian de norte a sur, en muchos grados de estension, la señalaba primitivamente.

Lo que actualmente forma el litoral chileno y peruano, parte del de Colombia y del Brasil, y uno que otro punto aislado, constituian talvez la única tierra firme en Sud-América por aquellos tiempos remotos.

Mas tarde empezó a elevarse el fondo de los mares, por el

lado oriental, hasta llegar a sobresalir de la superficie de las aguas.

Esté ascenso, que debió en general ser lento y quizá poco sensible, continuó su curso a través de un espacio indefinido de tiempo.

Las partes emergidas formaron otras tantas islas, que al fin llegaron a constituir un extenso archipiélago; y obrando siempre las mismas causas, llegó un momento en que, reemplazadas las aguas por las tierras, concluyeron por tomar la forma y dimensiones del continente actual.

Y de este modo pudo formarse este inmenso mosaico de la América.

Si se supone que las fuerzas interiores del planeta continuaron ejerciendo su influencia ascensional, fácil es concebir de qué manera una superficie dada se convirtió después en montaña o cordillera, y cómo llegó a ser cumbres altísimas, cubiertas de perpétuas nieves, lo que en períodos anteriores era solo el fondo de un océano.

De esas nieves así producidas manaron las primeras fuentes, y éstas formaron ríos caudalosos que habían de esparcir sus aguas fecundantes y hacer brotar por todas partes la vegetación y la vida.

¡Profundo y misterioso momento aquel en que, enfriada la tierra, cristalizadas las rocas que fundidas salieron de su seno, emergidos los continentes, formadas las montañas, la vida se anidó en el planeta, y los primeros seres organizados sintieron la inefable impresión del calor y de la luz!

Grandes modificaciones en el clima deben haberse verificado desde entonces en estas regiones. Las comarcas áridas, y que ahora carecen de lluvia, talvez fueron fértiles en otras edades, y quién sabe, mas tarde, cuando nuevos cambios se operen, qué variaciones en este orden habrán de sucederse.

Los Andes, a que tan propiamente llamó Humboldt «la espina dorsal del planeta», por mas que hayan sido el objeto de

repetidas exploraciones, no son, sin embargo, completamente conocidos.

Es cierto que el mismo Humboldt, Bonpland, Boussingault, Rivera, D'Orbigny, Burmeister, Darwin, Raymond y otros sabios, los han recorrido en distintas épocas en uno y otro hemisferio; pero está por hacerse el estudio que espese la fisonomía jeneral de esta colosal cadena eruptiva, y apénas si se ha iniciado el conocimiento de la distribución de los criaderos metálicos en relacion con las distintas épocas de solevantamiento.

En mi carácter de excursionista, he tenido ocasion de cruzar la cordillera en diversas latitudes y hacer observaciones geognósticas por la necesidad misma de mi profesion. He atravesado los Andes por Méndozza y Copiapó; por Tarapacá, en dos puntos; por Tacna, por Arequipa y por Lima.

En el estrecho campo de mis conocimientos y a pesar de mi deficiencia, la constante observacion ha llegado a hacerme casi familiar los fenómenos jenerales mas característicos de esta enmarañada rejion de montañas.

Se observa en ellas tan íntimamente ligada una época a otra, y son tan jenerales y estensos los trastornos que les han dado su actual relieve, que, en verdad, es de admirar que conozcamos tan poco nuestra propia historia jeológica.

Me permito creer que sufren error aquellos que piensan que los Andes han llegado a ser lo que son a través de una serie consecutiva de violentos cataclismos jenerales. Puede probarse que ellos se han levantado desde el fondo de los mares, por secciones y lentamente, y que, aparte del período volcánico y traquítico, todos los demas han obedecido a la lei que rije el curso actual de los fenómenos jeológicos de que podemos darnos cuenta por nosotros mismos.

Y a este propósito será siempre una verdad científica lo que Strabon decia en pasados tiempos:

«Es conveniente deducir nuestras esplicaciones de las cosas que caen bajo nuestros sentidos, y que en cierta medida pasan diariamente ante nuestros ojos, tales como los diluvios, los ter-

remotos, las erupciones volcánicas y los solevantamientos espontáneos de las tierras submarinas.»

IV

Relativamente a Tarapacá, la naturaleza parece dormida en su blanca envoltura de sales.

Ni rios, ni bosques, ni praderas. Por todas partes el reino mineral ostenta aquí su árida crudeza.

A la orilla del mar se hallan granitos y areniscas mas o ménos cuarzosas y erupciones parciales de pórfido; y mas allá, hácia el oriente, a una legua de la costa, los primeros cordones porfídicos, y en sus flancos, las calizas que los acompañan.

El pórfido determina una época completamente distinta de la granítica, el del solevantamiento de los Andes. Junto con ellos se encuentran areniscas arcillosas y principalmente, calcáreos. La roca eruptiva ha penetrado en estos últimos, infiltrándose por decirlo así entre sus planos de contacto, separándolos a veces por un espesor de mas de cien metros.

En Huantajaya puede observarse este fenómeno marcadísimo.

En todas partes se vé el pórfido formando diques mas o ménos regulares, interponiéndose entre las capas calizas y fosilíferas del terreno, que se ha agrietado en distintos puntos y dado lugar a los numerosos criaderos metálicos que allí se encuentran.

Los picos y diques porfíricos por el lado de la costa se ven barnizados de capas de sal, y, mas al interior, acompañados de salitre, bórax, sulfato de alumina y otras sustancias.

La línea de terrenos salitrosos se halla determinada por una serie de erupciones de aquella roca que marcan, de norte a sur, el límite occidental de la pampa del Tamarugal. Esta se estiende en la misma direccion por muchos grados de latitud, y se la ve cubierta de arcillas arenosas y areniscas saladas. Aquí i allá aparecen en esa planicie de mas de 3,000 piés de altura,

uno que otro espino, llamado *tamarugo*, que acusa la existencia de aguas subterráneas.

A diez leguas mas al Este todavía, se encuentran los primeros contrafuertes de los Andes, formados por traquitas y sienitas, que se elevan hasta catorce y quince mil piés sobre el mar; y por último, en las mesetas y cumbres superiores, aparecen las capas levantadas por los pórfidos feldspáticos i traquíticos, que forman diques y picos que llegan a vecés hasta veinte mil piés de altura.

Allí se ven los majestuosos volcanes extinguidos del período traquítico, como el Polquesa, y otros mas modernos y recientes, como el Isluga, que aun da muestras de cierta actividad; el Cancosa, y el Tata-Sabaya, cuya atrevida cumbre dibuja en las nubes su silueta aguda y sombría.

Siguiendo hácia el oriente de estas cúspides, que forman a cordillera occidental de los Andes, llegamos a las altas mesetas de Bolivia: llanuras estériles a 12 y 13 mil piés de altura, constituidas por terrenos mas y mas antiguos, a medida que nos acercamos a la cadena oriental de la Cordillera.

En esta parte se encuentran terrenos formados en épocas antiquísimas. Entre sus picos mas notables se cuentan el Sorata y el Illimani, que determinan la línea de cumbres de esa cadena del Este, que va a reunirse, cerca del Cuzco, con la gran cadena occidental.

V

Tal es, pues, tomada en conjunto, la série de terrenos que, a partir de la costa, se observan en una seccion trasversal de los Andes, en estas latitudes.

¿A qué edad pertenecen?

Nada hai mas difícil para el jeólogo que contestar satisfactoriamente a esta pregunta.

Para ello necesitaria estudios laboriosos y repetidas observaciones, cuyo objeto final es la determinacion jeognósica

y paleontológica de un terreno, o sea el conocimiento de las rocas que lo constituyen y el de los fósiles que en ellas se encuentran.

Estos fósiles no son otra cosa que los restos petrificados de las jeneraciones extinguidas de plantas y animales que corresponden a distintos períodos jeológicos; y es tal la importancia de su clasificacion, que, sin ellos, sin esos frágiles despojos conservados por la casualidad, mui poco sabriamos de la historia retrospectiva del planeta.

La dificultad de señalar la edad relativa de un terreno, aumenta en razon inversa de la cantidad de fósiles que en el se hallan.

Felizmente para mi objeto, ellos abundan en Tarapacá. Potentes capas de *ostreas acuminatas*, numerosas muestras de *terebratulas globata*, de *turrilitis*, *amonites* y otras especies, indican claramente que los terrenos comprendidos entre la costa y los depósitos salitreros se han levantado durante el período jurásico y cretáceo, o en otros términos, pertenecen a la parte superior de la formacion *secundaria*.

Con estos datos, podríamos asegurar que el mineral de Huantajaya, por ejemplo, que se halla subordinado a los pórfidos de la costa, se ha formado en la misma época que Chañarcillo, y despues de Caracoles, y que es evidentemente mas moderno que Corocoro y otros minerales de Bolivia.

Salta, pues, a la vista la importancia de este estudio, sobre todo si se le considera bajo el aspecto de la distribucion de los minerales.

Es tan marcada la relacion entre la composicion de un terreno y la de un criadero metálico, que cualquiera que haya hecho algunas observaciones en los Andes a este respecto, puede determinar de antemano, a la vista de una muestra mineral, a qué rejion o zona pertenece.

Si clasificamos por órden sucesivo la aparicion de los metales, a partir desde la costa hasta el lado oriente de los Andes, encontraremos:

1.º En los granitos del litoral, cobre y oro en criaderos cuarzosos y ferruginosos, plata en corta cantidad, cobalto y níquel.

Alturas sobre el mar: de cero a 1,000 metros: mineral aurífero de Guanillos y de Caleta Buena; cobres de Tocopilla, Cobija, etc., y otros del sur de Chile; criaderos aislados al norte de Taltal, con cobalto y níquel platosos, y otros equivalentes cerca de Iquique, en Huantaca, y otros puntos.

2.º En los pórfidos del período secundario que le siguen inmediatamente, minerales de plata cloro-iodurados, sulfuros y a veces rosiclères del mismo metal: plomo, cobre, cobalto, níquel y bismuto, en pequeña proporción. Predominan los criaderos calizos, y a veces los de barita y fierro.

A esta sección pertenecen los cobres sulfúreos ricos en plata, de Atacama, y otros del sur de Chile; y los minerales argentíferos de Chañarcillo, Caracoles, Huantajaya, Santa Rosa, Challacollo, etc.

Alturas, de quinientos a dos mil metros.

3.º Pórfidos anfibólicos, o sea erupción sienítica. Se extiende en los flancos occidentales de los Andes, hasta las cumbres. Predomina el plomo platoso, y también se encuentra en ellos algo de cobre y casi nada de oro ni de bismuto.

El criadero esencial de estas especies es el cuarzo.

Entre esta erupción y la anterior, y muy ligada a ella, se ven otras parciales de pórfido feldspático en que existen minerales que participan de la 2.ª y 3.ª clase (Challacollo.)

Altitudes: de 2,000 a 5,000 metros: Salpo, Morococha alrededores de Arequipa y de Tacna, Yabricoya, Jauja, etc.

4.º Región de los cobres grises acompañados de blenda, pirita de hierro y galena.

Se extiende desde las cimas de las cordilleras occidentales, hasta el centro del cordón oriental, y comprende toda la altiplanicie de Bolivia.

La traquita, el pórfido feldspático, la sienita a veces, y el pórfido cuarcífero, constituyen sucesivamente las rocas cris-

talinas que han levantado estos terrenos hasta 5 y 6,000 metros, a contar desde las edades mas remotas hasta las mas recientes del periodo traquítico.-

Cobres grises platosos, en la parte superior, rosiclères en la inferior de las vetas, y por excepcion plata clorurada, constituyen esencialmente estos minerales, que comprenden las zonas mas metalíferas de Bolivia, como Oruro, Cólquechaca, Potosí, etc., y que abarcan por si solas todas las altas cimas y mesetas de la cordillera, en una anchura de veinte a cuarenta leguas.

A ellos deben referirse tambien Hualgayoc y otros minerales en el Perú.

Alturas: de cuatro a seis mil metros.

5.º Rejion del estaño platoso y del oro. Comprende ademas de las altas cimas de la cordillera oriental, los flancos de la misma que miran al Este.

6.º Zona del plomo arjentífero. Reaparece esta especie del otro lado de los Andes, en la erupcion sienítica, o pórfidos anfibólicos, que se hallan en esa parte simétricamente colocados con los de la falda occidental.

7.º Oro. Rejion granítica de las últimas alturas, por el lado oriental, cuya edad parece corresponder a la misma de los granitos de nuestras costas, y que, por consiguiente, no pertenecen al solevantamiento de los Andes.

Es interesante observar el paralelismo simétrico que existe en ellos, a partir desde sus bases hasta la cima, por ámbos lados, pues desde los niveles mas bajos, ascendemos por rocas mas ó ménos semejantes, para terminar en las mesetas formadas por los pórfidos cuarcíferos y feldspáticos de las mas altas cumbres

VI

He llegado a condensar en pequeníssimo volumen un serie inmensa de hechos, corriendo el riesgo de que, como en esas fotografías microscópicas, se conviertan en caracteres ininteligibles para las personas que con tanta benevolencia me escuchan.

Terminaría aquí, sin embargo, si no fuera que a pesar de los límites por fuerza restringidos de este escrito, no consideraría un deber ineludible echar una ojeada, aunque rápida, a ciertos detalles de la jeología de esta provincia, que envuelve en su estudio problemas trascendentales, tanto en el campo especulativo como en el industrial.

Mé refiero a la zona salitrera y a la pampa del Tamarugal.

Entre los pórfidos anfibólicos que distan diez o doce léguas de la costa, y los primeros cerros sieníticos, hay como ya hé dicho, un espacio plano menor en anchura que aquella distancia, y que se estiende hasta mas allá del Loa por el sur y hasta cerca de Arica por el norte.

Se halla cubierto de arenas y de arcillas endurecidas, y de trecho en trecho lo interrumpen ciertos depósitos duros y escoriáceos de areniscas saladas.

Si bajamos una de esas profundas quebradas que partiendo de las altas cumbres de la cordillera llegan hasta la pampa y nos presentan cortes naturales del terreno de 400 y seiscientos piés de espesor, observaremos en ella mas o menos la siguiente distribucion jeológica:

1.º Traquitas o pórfidos eruptivos en la parte mas alta. Las traquitas bajan y se derraman sobre las sienitas inferiores, y tambien sobre las capas sedimentarias levantadas por ellas y llegan muchas veces hasta la pampa misma, a una altura de 5,000 piés.

2.º Rocas sieníticas o pórfidos anfibólicos, mas antiguos que las traquitas y cubiertos por éstas.

3.º Una serie estratificada de rocas arcillo-arenosas, y a veces pizarras y calcáreos; y por último, conglomerados antiguos de la época sienítica, que alternan con las traquitas en capas de distinto grosor.

Por otra parte pueden observarse los siguientes hechos.

Recorriendo la pampa por el lado oriental por ejemplo, entre Pica y Challacollo, se tropieza con derrames de lava piro-

xénica reciente, de color verde oscuro, oculta en parte por las arenas de la superficie.

En el centeo, en los puntos denominados *Canchones*, en que el agua se encuentra a muy poca hondura, se han hallado restos de *megaterios* del período terciario.

En distintos *salares* existen nódulos de borato de cal, envueltos en una tierra arcillosa que yace inmediatamente debajo de la sal.

Estas muestras de bórax se hallan así mismo en mayor altura cuando se desciende desde la cordillera hacia el llano, y como en los salares, se las ve al estado de nódulos, sin adherencia alguna al terreno que las envuelve.

Si nos aproximamos al límite occidental de esta planicie, nos detiene un cordón de pórfidos anfibólicos compuestos generalmente de feldspato y anfíbola, a cuyos flancos yacen depósitos de sal y de salitre. En ciertos puntos, como en *Pintados* que pertenece a este mismo cordón, se ven capas de sulfato de alumina.

Si penetramos más hacia el oeste, ascendiendo por las quebradas que forman estas montañas eruptivas, nos llama la atención el hecho de que los depósitos de salitre se encuentren alrededor de sus bases, y en una línea que sigue la dirección norte a sur marcada por esas alturas, en una anchura que no pasa de cinco leguas.

Si continuamos avanzando hasta llegar al mar, observaremos siempre depósitos de sal en los flancos de ciertos cerros, pero no ya salitre ni bórax.

En la orilla misma del mar, en la costa y en grande extensión, la existencia de la sal se manifiesta en todas partes.

Si nos fijamos en las vetas de Huantajaya, veremos también que entran a veces en su composición fajas salinas, y que la plata misma está asociada a la sal al estado de cloruro en una proporción de 6 y más por ciento.

En cuanto a los depósitos mismos de salitre, se hallan siempre debajo de una costra salada.

Ahora bien, si se toman en conjunto todos estos datos: si se observa que en las pizarras de los terrenos antiguos de la cadena oriental a una grande elevacion abunda la sal, y que esta sustancia se encuentra en todas partes, hasta la orilla del Pacífico, ya sea sola, ya asociada a los boratos y otras especies; si se advierte que el nitrato de soda se ha hallado en el Perú, a cerca de 12 mil piés en Tarma y a 9 mil en Salla; si se toma en cuenta que tanto la sal de comer como el sulfato de alumina, y tambien el bórax, se hallan ya sea en la pampa, en los terrenos de acarreo, ya en las bases o faldas de los pórfidos sieníticos; si se ligan estas observaciones y se elevan a la categoría de efectos producidos por una causa primera y determinada, llegaremos a convencernos de que todas estas sales (inclusive el salitre) deben su orígen a acciones volcánicas.

Debió haber habido un período termal de inmensa actividad, principalmente durante la érupcion traquítica.

Así se observa en ciertos puntos de las altas mesetas andinas, donde se atraviesan grandes extensiones fangosas cubiertas de depósitos de soda y de bórax, de que se ven brotar, de trecho en trecho, aguas termales gaseosas y sulfurosas.

Las avenidas y crecientes sucesivas arrastraron desde las alturas hácia la pampa del Tamarugal esas sales, que se precipitaban en los sitios bajos a medida que las aguas se evaporaban; y por otra parte, los productos volcánicos en la pampa misma, y las erupciones de pórfidos del período jurásico y cretáceo, seguidos probablemente de nuevos productos térmales, concluyeron por determinar a través de los tiempos esa multiplicidad de depósitos salinos que hoy se observan.

Aquellos que por su situacion y circunstancias especiales quedaron libres de la invacion de las aguas de nuevas avenidas, se sometieron a las leyes de la nitrificacion y concluyeron por convertirse en los actuales depósitos de salitre. Los demas, ajenos a las mismas condiciones, continuan en el simple estado de sales privadas de nitrógeno.

Tal es, en mi humilde opinion, el orijen del salitre, y tal la fisonomia y composicion jeneral de la pampa.

Como se ve, esta no es otra cosa que una llanura formada por una série sucesiva de inundaciones, que han concluido por nivelar su superficie, dejando en ella testimonios suficientes para determinar su orijen.

La cantidad de troncos de árboles en ella sepultados, parece indicar que en otros tiempos, cuando el nivel de la planicie se encontraba a algunos metros mas abajo, esos lugares debieron verse cubiertos de vejetacion, en que los animales del periodo terciario y cuaternario, cuyos restos se encuentran en algunos puntos, acompañaban allí al hombre primitivo.

A medida que la arcilla y el légamo, las rocas sueltas y las deyecciones volcánicas modernas, han ido envolviendo en su seno las antiguas plantas y eliminando la vida de esos sitios, el desierto y la soledad han llegado a sustituir a través del tiempo esas faunas y floras extinguidas.

Las trasformaciones sucesivas son la lei de la materia inorgánica, así como la vida y la muerte lo son de la materia organizada, y quién sabe qué aspecto tomarán estos campos solitarios en los futuros siglos si nuevos trastornos jeológicos llegan a modificar su condicion y su clima.

«Nada muere en el mundo, dice Ovidio, y las cosas no hacen sino variar i cambiar de forma. Nacer quiere simplemente decir que algo material empieza a ser distinto de lo que antes era; morir significa que cesa de ser la misma cosa. Sin embargo, aunque nada individualmente conserva por mucho tiempo su forma, el todo permanece invariable en su conjunto.»

DEL ORIJEN
DE LOS METALES Y DEL SALITRE.

Del origen de los criaderos metálicos y nueva teoría de la formación del salitre.

CONFERENCIA LEIDA EN JULIO DE 1887 EN EL ATENEO DE IQUIQUE.

A muy poca distancia de Iquique y muy cerca todavía de la costa, nos encontramos en plena formación secundaria, cuyas manifestaciones alcanzan en algunos puntos hasta la orilla misma del mar.

El mineral de Santa Rosa, a cuyas inmediaciones pasa la línea férrea, fué descubierto en 1776, así como el Huantajaya en 1556.

Ambos distan apenas 10 y 13 kilómetros de la costa y se hallan sobre el mar a una altura de mil metros. Tanto en ellos como sus contornos se encuentran numerosos criaderos cupro-argentíferos subordinados a erupciones porfídicas en terrenos calizo.

¿Cómo se han formado estos minerales?

Aquí habré de acudir a Fournier, y a Heron de Villefosse, y a Burat, y al eminente Von Grodek, y a otros maestros en la materia.

Muchos son los modos como puede formarse un criadero metálico.

Se sabe que la densidad del globo terráqueo es de cinco y medio, mientras que la de su corteza es solo de dos a tres; luego es de necesidad que existan en el interior cuerpos de mayor peso. Estos no pueden ser otros que los metales, como el manganeso, el fierro, el cobalto, el níquel, el cromo, el tungsteno, el cobre, el urano, el oro, la plata, el platino, el rodio, el iridio, el paladio, el osmio y otros.

El potasio, el sodio, la cal, el litio, el magnesio y el alu-

minio, que son, junto con algunos mas del mismo tipo, muy oxidables, forman la corteza sólida del globo que nos sustenta, combinándose al estado del óxido con el ácido carbónico sulfúrico y silícico, y constituyendo esa enorme masa de carbonatos, sulfatos y silicatos, que por sí solos forman la mayor parte de las capas superiores del planeta.

Los metales pesados deben pues encontrarse en el interior de la tierra, y si hubiéramos de recurrir a las teorías jeojénicas de Kant y de Laplace nos figuraríamos a nuestro globo formando capas concéntricas mas y mas densas, en que iria aumentando progresivamente la proporción de los metales menos fusibles, como el fierro, el oro, el rodio, iridio, etc.

Ahora bien, si como lo ha demostrado el matemático Cordier, basta la contracción de un milímetro en el radio terrestre, para producir una cantidad de materias ignívolas igual a la de quinientos de las mas grandes erupciones volcánicas, y si aquellas vienen desde muy al interior ¿qué extraño es que a su paso arrastren metales, ya sea al estado de vapor o ya disueltos en su propia masa, o bien, y esto es lo jeneral, como productos subordinados a estas erupciones, y en disolución en las aguas termales que llegan de gran profundidad?

El agua es el gran disolvente de la naturaleza, y cuando contiene ácido carbónico y se halla sometida a una gran presión y alta temperatura, no hai casi sustancia alguna que se escape a su poder.

Y como el tiempo es el gran factor de toda transformación, y en realidad es el verdadero punto de apoyo que buscaba Arquímides, con el que se puede trastornar el mundo y el universo entero, si se da de plazo una serie indefinida de siglos, es evidente que tarde o temprano las grietas formadas en la corteza terrestre por donde atraviesan aguas calientes minerales, tienen al fin que rellenarse por la parte sólida que esas aguas llevan en disolución y que se precipitan en las paredes frias de esas grietas.

Esto y no otra cosa es el origen mas comun de una veta o

filon metálico; lo que por inducciones y síntesis químicas puede tambien demostrarse.

Respecto a los minerales vecinos a esta costa, es evidente que la proximidad del mar ha influido notablemente en su composicion. Las aguas del oceano han penetrado hasta el punto interior en que la temperatura las convirtió en vapor y les impidió descender mas. Volvieron, pues, a salir a la superficie a través de las chimeneas naturales formadas por las hendiduras preexistentes del terreno. Estas han tenido naturalmente origen en erupciones ignívolas que, en su esfuerzo de expansion de abajo arriba, hubieron de dislocar, fracturar y agrietar en todas partes el suelo, sin contar con las hendiduras debidas a la contraccion posterior de las capas del mismo, por enfriamiento.

Como colorario del origen marino que atribuyo a estas vetas y filones, puede citarse el hecho de que las especies metálicas en ellos contenidas comprenden en sus elementos muchos que se encuentran en las aguas del mar, como ser el sodio, el magnesio, el cloro, el yodo y el bromo.

La sal se halla en las vetas de Huantajaya, y tambien en la superficie de las rocas eruptivas de los alrededores, en grandes cantidades; y no puede negársele un origen tal como el que señalo, mucho mas fácil de explicar que el de depósitos lacustres provenientes de la evaporacion de las aguas, que suponen algunos.

Talvez es oportuno recordar aquí la composicion media de los mares, que puede representarse por:

Agua.....	96.470
Cloruro de sodio (sal de cocina).....	2.700
Cloruro de potasio.....	0.070
Cloruro de magnesio.....	0.360
Sulfato de magnesia.....	0.230
Sulfato de cal.....	0.140
Carbonato de cal.....	9.003
Bromuro de magnesio.....	0.002

Yoduros, pequeñas cantidades, e indicios de fierro, manganeso, fósforo y algo de plata y de litina.

Si a consecuencia de una erupcion plutónica, estas aguas se abren paso hasta la superficie, es claro que han de producir depósitos salinos y reacciones químicas importantes y aun imprevistas, si se atiende a su composición, su temperatura y su presión.

Por eso, la huantajayita o lechador, o sea cloruro doble de plata y sodio, que solo se forma en el curso de los procedimientos industriales y solo con cierta dificultad en los laboratorios, debe ser el producto de reacciones verificadas bajo condiciones excepcionales de temperatura y de presión.

Del mismo modo, creo que los depósitos de salitre deben su existencia, no a lagos salados interiores, disecados por evaporización, sino a verdaderas fuentes termales producidas en los flancos de las montañas porfíricas que forman un cordón de norte a sur entre la costa y los Andes y que bordea por el occidente la pampa del Tamarugal.

Es interesante averiguar si los hechos actuales corresponden a esta teoría.

Los mas grandes químicos de este y del pasado siglo se han ocupado con ahinco en determinar las condiciones en que se verifica la nitrificación. Lavoisier y Laplace en 1785; Cavendish en 1786; Frémy, y Becquerel, y Davy mas tarde; Barrai, Bence Jones, Boussingault, Cloez, Ténard, Kuhlmann, Déherain, Dumas, Regnanlt y otros, todos nombres célebres en los anales de la ciencia, han contribuido en mucho, con sus esperimentos y estudios especiales, al esclarecimiento de esta importante cuestion.

Sabido es que los elementos del ácido nítrico existen en el airè, que contiene aproximadamente ochenta partes de azoe por 20 de oxígeno, y es un hecho que, bajo la influencia de la electricidad, estos elementos se combinan y forman aquel ácido, que se ha encontrado en cantidades apreciables en las aguas de lluvia.

Pero, si a esto se agrega la presencia de una base u óxido poderoso, la formación del ácido nítrico se verifica entonces con mayor rapidez.

Cavendish, por medio de una pila eléctrica y copiando en pequeño las condiciones de la naturaleza, produjo lo que podría llamarse una tempestad microscópica, haciendo pasar chispas de electricidad por un tubo de vidrio que contenía una disolución de potasa, y no tardó en formarse salitre o sea nitrato de potasa.

Lo mismo sucede si se hace el experimento con el agua de cal: se forma nitrato de cal; pero no hai necesidad absoluta de que intervengan estas bases para que tenga lugar el fenómeno, pues como ya se ha dicho, puede producirse simplemente por el paso de la electricidad a través de los elementos de la atmósfera.

Las brumas y neblinas contienen mas ácido nítrico que las aguas de lluvias. Boussingault, analizando el aire saturado de humedad en Paris, en Diciembre de 1857, encontró mas de diez miligramos de ácido nítrico por cada litro, o sea una proporción superior a diez gramos por cada metro cúbico de este aire.

Cuando el oxígeno se encuentra en presencia de un cuerpo combustible hai también formación de ácido nítrico. Así, se produce éste si se inflama una mezcla de aquel gas y de hidrógeno.

Sabido es que se verifica en este caso una explosión cuyo resultado es agua químicamente pura, si los gases están solos; pero si el azoe interviene, se forma además ácido azótico. Así lo verificaron Lavoisier y Laplace en el siglo pasado, y de 210 gramos de agua producida obtuvieron, saturando el ácido, tres gramos de salitre.

Durante la combustión del aceite en una lámpara de alumbrado, se forma también ácido nítrico, lo que puede verificarse analizando el aire que la rodea.

Cloez hizo una observacion importante acerca de otro modo de formacion de ese cuerpo.

Si se coloca en un tubo ladrillos molidos y arcilla, junto con carbonatos calcalinos, de modo que constituyan una masa porosa, y se hace pasar a través de ella una corriente de aire, se forma, al cabo de algun tiempo, cierta cantidad de nitratos.

Lo mismo se verifica en las tierras de labranza que contienen raices o restos de plantas que por su descomposicion dan *humus* o materias carbonosas.

Estas fijan, a consecuencia de su combustion lenta, el azoe de la atmósfera en una gran proporcion, mayor aun que la que requiere la formacion del ácido nítrico; y de ahí se deriva el hecho de que toda tierra que contiene restos de otras cosechas y que se revuelve y deja descansar por algun tiempo, no necesita abono en muchos años.

Otra manera de formarse los nitratos, es por la combinacion del amoniaco, reaccion que se verifica constantemente en los establos, en los alrededores de las ciudades donde se arroja desperdicios amoniacales, y en los sótanos y habitaciones envejecidas.

El quimico Kuhlmann demostró científicamente el hecho en una experiencia de laboratorio, haciendo pasar una doble corriente de aire atmosférico y de gas amoniaco calentado, por un frasco que contenia esponja de platino. Esta obra por presencia: el amoniaco se descompone en parte, convirtiéndose en ácido azótico, que se combina con el resto de aquél gas para formar nitrato de amoniaco.

En los establos y caballerizas donde abundan secreciones animales, la urea se convierte en carbonato de amoniaco, y el aire lo trasforma en nitrato a espensas de la potasa, soda o cal contenidas en las paredes porosas y destruidas: la cal y la potasa o soda contenida en esas paredes, se sustituyen al amoniaco, y se forma salitre.

Así, pues, éste se produce siempre en los muros expuestos a los vapores amoniacales, y aparece en su superficie en forma de costras blancas y cristalinas.

Durante el sitio de Paris se acudió a los edificios vetustos y destruidos en busca de salitre para fabricar pólvora, y se le encontró en proporciones de 1 hasta 4% en los yesos, cementos y piedras calcáreas.

«Las condiciones precedentes, es decir, la presencia de materias amoniacaes depositadas sobre cuerpos porosos que favorezcan la oxidacion, dice Dèhérain, son tambien las que determinan la formacion de salitre en los paises cálidos.»

Otra condicion que lo favorece es, como sucede en la India y en el desierto de Atacama, la ausencia de lluvias, que permite que el salitre no sea disuelto y arrastrado por las agnas.

En la India se ha observado que cuando las deyecciones animales se agotan, por abandono de una ciudad u otras causas, el salitre desminuye o desaparece; y por el contrario, aumenta allí donde aquellas causas se hacen mayores.

Los químicos toman ademas en cuenta otra causa como orígen a la produccion salitrosa, y es la presencia en las tierras de restos feldspáticos, o sea detritus graníticos o porfiricos que, por descomposicion, pueden proporcionar la potasa o soda que requiere la formacion del nitrato.

Por lo dicho podrá verse que son varias las circunstancias en que pueden formarse el ácido nítrico y los nitratos, y muchas las condiciones que favorecen esta formacion. ¿A cuál de estos modos hái que referir el orígen del salitre en Tarapacá?

¿Será a la formacion directa del ácido nítrico en medio de una atmósfera densa y brumosa?

Y si esto es así ¿por qué no se forma fuera de esa zona marcadísima que se estiende a una distancia dada de la costa y que afecta una direccion determinada?

Tierras porosas, sales de soda, humedad, calor, todo hai en el espacio comprendido entre esa zona y el mar: ¿por qué solo se forma allí y no aquí?

¿Se producirá allí el salitre por la teoría que toma en cuenta la presencia de sustancias orgánicas, ya sea que formen o nó sales amoniacaes?

Pero ¿dónde se encuentran restos de esas sustancias?

¿Dónde están esos *humus*, esas algas, esos *fucus*? ¿Cuáles son los restos o los indicios de esa vejetacion destruida, quemada por el oxígeno a través de los siglos?

¿Por qué circunstancia inesplicable se agotaron completamente los testimonios de tan estenso fenómeno?

¿Por qué no se encuentra salitre en la pampa del Tamarugal en cantidad apreciable, cuando es justamente allí donde se encuentran millares de árboles destruidos por el tiempo?

La teoría de las aguas termales saliendo con una alta temperatura de los flancos de las montañas porfiricas que marcan la direccion de los depósitos de nitrato, es, en mi humilde opinion, la que corresponde mas exactamente a los hechos. La calidad de las sales, la temperatura, las aguas calientes, la roca feldspática del pórfido, ayudado todo por las condiciones eléctricas y climatéricas de esas rejiones, hicieron allí mas intensas que en otra parte las reacciones químicas inmediatas, y mas fáciles los fenómenos posteriores de la nitrificacion.

Hé visto en los cortes del ferrocarril, en las grietas del pórfido, verdaderas vetas y venas de caliche y sal, lo mismo que he visto esta última formando parte de las vetas metálicas de Huantajaya; y de tal modo es evidente el orfjen termal de esos depósitos, que hai puntos en esas grietas donde un pedazo de pórfido es roca pura por un lado y salitre por el otro, sin que se pueda determinar el punto de transicion entre el feldspato descompuesto y la sal de soda; y esto, como he dicho, en hendiduras del terreno, en condiciones tales que las sales no han podido penetrar de arriba, sino que han llegado allí desde la parte interior e inferior del terreno.

En todas partes, desde la costa a la pampa, en donde existe un pórfido, allí hai sal marina, en sus cimas o en sus flancos; con la diferencia de que esta sal es mucho mas para a medida que se aleja de la rejion salitrera. En ésta se halla siempre acompañada de sulfatos, yoduros, óxido de hierro y materias arenáceas.

La costra que cubre la capa de caliche, se compone de arena y arcilla, en mezcla íntima con el cloruro de sodio.

Tambien este cloruro acompaña a los depósitos de boratos que suelen encontrarse debajo del nitro. Ellos no son otra cosa que una mezcla de sal, sulfatos de soda, magnesia y materias arenáceas, con *hidroboracita*, o sea ácido bórico hidratado en combinacion con esas mismas bases.

¿De dónde sino del interior de la tierra, han podido provenir todas esas sustancias?

Ahora, respecto al fenómeno de la nitrificacion misma, es evidente que en esta rejion se encuentran como tengo dicho todas las condiciones necesarias reunidas para que se opere: terreno permeable y poroso, sol ardiente de dia, nieblas en la mañana o en la noche, bases y elementos oxidables como el yodo y fierro; y aun, en algunos puntos, depósitos pequeños aunque muy modernos, de guano, y, por encima de todo esto, una atmósfera eminentemente eléctrica, un verdadero laboratorio de ácido nítrico. Además, los elementos mismos de la roca porfídica, con base de soda y de potasa, deben haber tambien concurrido por su lado a la formacion del salitre.

Me he referido anteriormente al salitre de la India, que debe su orijen a circunstancias puramente artificiales.

Esa sal es allí un nitrato de potasa y no de soda. Aquí multitud de circunstancias concurren para que domine este último con casi exclusion completa de aquel.

He hablado del cloruro de sodio, que constituye inmensos depósitos en esas rejiones, y del sulfato y otras sales de soda, y tambien haré presente que el pórfido a que estan aquellos subordinados es esencialmente feldspático, y contiene hasta 8 % de óxido de sodio.

Todavía mas: en todas partes las arenas que invaden estas rejiones son traquíticas, o provenientes de la descomposicion de las traquitas, y a veces son tambien cenizas volcánicas feldspáticas; de modo pues, que todo contribuye, en ellos al fenómeno de la nitrificacion.

En los desiertos de Egipto y de Persia, y en las llanuras de Hungría del mar Caspio, así como en ciertas partes de España, se producen eflorescencias de nitrato en corta cantidad. Lo he visto formarse del mismo modo en el Perú, en los alrededores de Trujillo.

El sabio Boussingault se ocupa al efecto de un terreno salitroso de muy extraña composición. Se encuentra en la provincia de Tacunga en el Ecuador.

- Su origen se atribuye con fundamento a la oxidación de cierta materia húmica y carbonosa, que penetra esos terrenos y los colorea de pardo.

Su composición es la siguiente:

Azoe, disuelto en sustancias orgánicas...	0.243
Acido nítrico.....	0.974
Amoniaco.....	0.010
Acido fosfórico.....	0.460
Cloro.....	0.395
Acido carbónico.....	Indicios
Acido sulfúrico.....	0.023
Potasa y soda.....	1.030
Cal.....	1.256
Magnesia.....	0.875
Oxido de fierro.....	2.450
Arena y restos de piedra poméz.....	83.195
Agua.....	3.150
Materias orgánicas.....	6.181

Aunque este análisis demuestra cuán importante, bajo el punto de vista científico son estas tierras, sin embargo no ha convenido explotárselas como negocio industrial.

Mirada bajo esta faz, la zona salitrera que se extiende casi desde Arica a Chañaral, o sea en un espacio de más de ocho grados de latitud, es la única reconocidamente provechosa que existe en estas regiones.

Se me ocurre pensar en el enorme negocio y en las fabulosas ventajas que habría obtenido un país europeo, de un cen-

tro como éste, único en el mundo de producción natural en tan grande escala de nitrato.

Pero estas consideraciones me arrastrarian por un rumbo mui distinto del que tan aprisa llevo en estas líneas, y no quiero seguir las.....

He dicho mas arriba que junto con el salitre existen en la pampa depósitos de bórax (borato de cal, soda y magnesia). Tambien los hai de alumbre. Observaré que tanto el ácido bórico como el sulfato de alumina, son productos volcánicos; lo que viene en apoyo de la teoría termal, como orígen primero del salitre.

Hállanse igualmente en esas rejiones carbonatos y sulfatos de soda, que son susceptibles de empleo industrial; y, en general, puede decirse que ésta zona es un inmenso laboratorio donde las sales de soda se encuentran en todas partes y en toda forma.

A través de las capas salinas aparecen aquí y allá picos eruptivos de pórfido que arrastran consigo metales de cobre y plata, y a veces de plomo, con leyés mas o ménos variables; de modo que, en realidad estos pétreos y solitarios desiertos constituyen un reino mineral por excelencia, donde dominan sin contrapeso las sales, las rocas y los metales.

Si estas llanuras arenosas y saladas; si estas montañas áridas y silenciosas, entristecen el espíritu; si hieren con violencia las ideas de placér y de holganza que despiertan en nosotros la frescura de los bosques, las corrientes de rios, la belleza de las campiñas y de los prados, en cambio llevan al alma el sentimiento viril y enaltecedor del trabajo, y la noble aspiracion de vencer en difícil y penosa lucha con una naturaleza áspera y ruda; y son por otra parte un campo, puede decirse vírjen ann de investigaciones y de estudios, donde un hombre dado a la observacion de la naturaleza puede sin esfuerzo encontrar fecundos e inagotables temas para alimentar la actividad de sus facultades y de su espíritu.



LAS TRAQUITAS

Las traquitas (1)

CONFERENCIA DADA EN EL ATENEO DE IQUIQUE EN JULIO DE 1887

La rejion de los Andes comprendida entre los grados 15 y 18° de latitud sur, es esencialmente traquítica.

No quiere en esto decir que falten en ella los granitos y rocas cuarzosas de la costa, ni los pórfidos feldspáticos y sieníticos, ni los terrenos sedimentarios antiguos sollevantados por todas esas rocas; si no que, a través de toda esa série inmensa de acumulaciones jeológicas, se han abierto paso las traquitas, en época posterior y mas moderna, derramándose encima de las mas altas cúspides anteriores, rellenando los plieges del terreno o introduciéndose en las capas neptunianas mas recientes.

Es un carácter fisonómico jeneral de la estructura de los Andes en los distintos puntos en que los he atravesado: invariablemente se encuentran en ellos las traquitas, como roca eruptiva posterior a los pórfidos y sienitas, y como elemento jeognóstico que abarca un periodo comprendido antre los últimos sollevamientos secundarios y los fenómenos volcánicos actuales.

En la latitud señalada, y en una estension que no abarca ménos de dos mil leguas cuadradas, el terreno, si pudiera contemplarse desde una grande altura, nos presentaria un planisferio sembrado de picos, de cadenas y de cratères, accidentado de mil maneras, y solo interrumpido por dos superficies longitudinales que abrazan grande estension, tales son las llanuras de la costa, situadas inmediatamente despues de los

(1) Este estudio se refiere a una seccion de los Andes peruanos correspondientes a los departamentos de Arequipa y Puno.

granitos, y que corresponden a la pampa del Tamarugal, algunos grados mas al sur, y las mesetas andinas del Titicaca que se prolongan tambien en igual direccion para formar las antiplanicies de Bolivia.

Los Andes en estas latitudes se han abierto paso en seis grados de estension dejando a uno y otro lado esas superficies planas, para formar al sur y al norte una zona de enmarañadas montañas que forman en conjunto un gigantesco cordón.

El centro de la seccion a que me refiero aquí la ocupa la ciudad de Arequipa, edificada con traquita y asentada sobre una llanura ondulada compuesta de esa misma roca, que parece haber bajado, como bajan los rios y torrentes, de los flancos de los altivos volcanes que contemplan desde su inmensa altura la estrecha campiña que borda humildemente su pié.

Desde Arequipa, que se halla a 2,392 metros sobre el mar, se descende, atravesando una cadena sienítica porfídica, hasta las pampas de Islay, cuya superficie sigue un declive suave hasta el nivel de 1,000 metros, donde se encuentran los primeros cerros graníticos de la costa. Desde este punto el desnivel es brusco, y se llega desde él sin transicion casi hasta la orilla del Pacifico

Por el oriente de la ciudad se alza la cadena occidental de los Andes, marcada en esta rejion por la línea de cúspide de los volcanes extinguidos o casi extinguidos del Omate y del Ubinas, del Pichu-Pichu, del Misti, del Chachani, y de otra série de cumbres que afectan próximamente una direccion paralela a la costa, o sea N. 45° O.

La elevacion del terreno aumenta rápidamente detras de esas montañas y llega hasta 4 y 5 mil metros de altura. La série de cadenas y picos que se cruza allí en todo sentido, no se interrumpe sino en Vincocaya, llanura que se halla a mas de 14 piés de elevacion. Desde ese punto se descende hácia el oriente junto con las aguas que van por ese lado hasta el lago

Titicaca, que tiene mas de 300 leguas cuadradas de superficie y cuya línea de nivel señala 12,500 piés.

Desde sus riveras se divisan las altas cimas nevadas que señalan las cumbres de la segunda cordillera que limita por ellado oriental las mesetas andinas, que se prolongan hácia el sur del Titicaca en un nivel medio de 13,000 piés.

Fuera de esta seccion, que se halla mas o ménos en la latitud de Arequipa, la fisonomía jeneral de los Andes es siempre enmarañada y llena de accidentes, ya sea que se observen por el norte ya por el sur, con excepcion de ciertos puntos planos o mesetas centrales como la de Vincocaya, que no vuelven a encontrarse en ninguna parte en esa rejion.

En ella, y despues en una série de violentos y grandiosos cataclismos ha visto la luz casi toda la série jeognóstica de las distintas edades jeológicas, a partir de los primeros granitos de la costa de Mollendo que formaba parte del cordon de islas primitivas que señala actualmente nuestro litoral, hasta las traquitas, que se ligan con los fenómenos volcánicos contemporáneos.

Estos han seguido inmediatamente a las grandes erupciones porfídicas de la época anterior; las que se ligan a la granítica por medio de deyecciones sieníticas y de erupciones feldspáticas parciales.

La aparicion de las traquitas completa puedè decirsé el solevantamiento de los Andes y constituye el último período de dicho solevantamiento.

Venidas de mayor profundidad y teniendo que vencer mayor resistencia, su fuerza deyeectiva las ha elevado a la mas grande altura.

Ellas constituyen esos atrevidos picos de formas abruptas y estrañas, y esas inmensas cúpulas, que sirven de eterna base a las nieves; se estienden en dilatadas mesetas, que forman las heladas altiplanicies de la cordillera; corren sobre las rocas preexistentes, o se intercalan a través de las capas sedimentarias modernas; o forman esos terrenos volcánicos que

se hallan en las vertientes occidentales de los Andes, y que en la seccion que se estudia, interrumpen a cada paso las pampas de Islay y componen casi esclusivamente el suelo de Arequipa.

Como se sabe, la *traquita* es una roca áspera al tacto de estructura terrosa, porosa y liviana. Sus colores mas comunes son el blancosucio, el gris, el pardo, el violáceo y el rojizo. Se compone como los pórfidos del período anterior, de una masa feldspática, con cristales de feldspato de un blanco vidrioso.

Bajo el nombre de *fonolita*, constituye inmensas masas y picos de montañas, y en este caso contiene no solo cristales de feldspato sino tambien de anfíbola.

Bajo la forma de *tufo* volcánico se halla en grandes extensiones en la superficie, y tambien en capas mas o ménos onduladas, como sucede en las pampas de Islay y Majes, y en los alrededores de Arequipa. En estos puntos se las encuentra penetrada de cristales de cuarzo, de laminillas de mica y anfíbola, y a veces de escorias volcánicas de todo tamaño.

Asimismo, se la ve formando depósitos evidentemente arastrados por las aguas, compuestos de ceniza traquítica.

A veces tambien pasa a verdadera roca volcánica moderna, ya sea al estado de piedra pomez, ya al de capas evidentemente formadas por la aglutinacion de una verdadera ceniza eruptiva.

En su aspecto y densidad, se distinguen las traquitas de los pórfidos feldspáticos, ya que no en su composicion mineralógica.

Los pórfidos son una roca compacta durísima, compuesta de una masa feldspática, que contiene en su seno cristales de feldspato; mientras que el carácter de aquellas es el ser porosas y livianas, mui blandas, terrosas y fáciles de labrar.

Las traquitas son en el solévantamiento andino, las precursoras del período volcánico moderno.

Parece que ademas de la contraccion terrestre el poder elástico de los gases ha contribuido tambien a su aparicion;

pues su estructura celulosa y llena de cavidades, puede referirse a una roca fundida en una atmósfera saturada de fluidos gaseosos.

Preceden y aun coexisten con el período volcánico moderno, y preparan el campo a esas grandes manifestaciones actuales de la fuerza subterránea.

La altura a que se han elevado determina la formación de grandes cantidades de nieve, y por consiguiente, de numerosos ríos y corrientes de agua dulce.

La superficie exterior del terreno ha sido desgastada y corroida por esos nuevos medios de transformación. Se han formado valles, o ahondado los ya formados; o acumulándose las aguas en estensas hoyas del terreno, han roto los diques que las contenían y arrastrado con fuerza irresistible potentes depósitos de acarreo.

La altura de las montañas determina igualmente corrientes atmosféricas casi fijas. Gracias a ellas los vapores acuosos toman direcciones determinadas, y condensándose en épocas señaladas, producen estaciones alternadas de sequedad y de lluvia.

Cuatro, cinco o seis mil metros sobre el nivel del mar, no forman en verdad relieve muy marcado con relación a la masa total del planeta; y sin embargo, ¡cuántos maravillosos fenómenos no se desprenden de ese insignificante hecho de la formación de las montañas!

Suprimid los Andes, e instantáneamente dejan de existir los feraces valles y los grandes ríos.

Podría decirse que la formación de las nieves sobre las cimas traquíticas y porfídicas es el origen de la riqueza de un continente entero; ya que las grandes corrientes atmosféricas, y las hidrográficas del Orinoco, del Amazonas y del Plata, formadas por innumerables afluentes y riachuelos secundarios, desarrollan por todas partes esa flora riquísima que hace de Sur América la comarca más fértil del mundo.

Los Andes la han sacado del fondo de los mares y han

llevado a sus cimas esos hielos eternos para esparcir desde allí una fecundidad inagotable y prodijiosa.

Sin ellos, quién sabe si la inmovilidad y la tristeza no reinarian donde se ostenta ahora una vejetacion lujosísima, animada por millones de cantoras aves y de animales de toda especie!

.....

La aparicion de las traquitas ¿ha sido instantánea o se refiere a varios periodos de erupcion?

Estas rocas, hai que decirlo, han llegado a la superficie por erupciones sucesivas mui marcadas en los accidentes esteriores del suelo. Tales han sido principalmente las que pueden designarse con los nombres de *grande erupcion traquítica*, y *deyecciones traquíticas modernas*. Recorreremos separadamente estos periodos, que señalan su existencia en la superficie por fenómenos que pueden distinguirse con toda facilidad.

GRANDE ERUPCION TRAQUÍTICA

En una linea señalada por los actuales nevados de Arequipa y por otros que se prolongan en la misma direccion hácia el Noroeste, se ven aparecer al lado de los primeros pórfidos, inmensas masas traquíticas que, al estenderse en la superficie, han desalojado las aguas de los lagos que ese tiempo existian, y llevado hácia las llanuras de la costa corrientes que arrastran cantos rodados, arcillas y otros sedimentos.

Esas masas eruptivas llegan a grande altura, hasta formarse esas enormes cúpulas, que mas tarde debian convertirse en cráteres volcánicos.

Por el oriente, las traquitas brotan por todas partes, formando las mesetas andinas, o mas bien esos picos de forma estraña, llenos de cavidades y huecos, que las interrumpen y accidentan.

A este período pertenéce el *Pichu-Pichu* y el *Chachani* que no tenian probablemente entónces la forma actual. Entre ambos se produjo la erupcion que dió lugar al *Misti*.

El *Omate* y el *Ubinas*, el uno al Sureste y el otro al Este de Arequipa, permanecian talvez en estado de formacion, así como la montaña del *Rayo* y otras, que son verdaderos volcanes extinguidos.

Por el Norte, despues del *Chachani*, se diseñan las soberbias cúpulas de ese nevado que se divisa desde un poco mas allá de Tingo, y cuyo nombre ignoro (1); así como la enorme cima llamada el *Coropuna*, las del *Solimana* y *Sarasara*, mas al Norte todavia aparecen elevándose por grados, hasta llegar a ser el perpetuo asiento de las nieves.

Por el Oriente, la traquita se derrama formando las mésetas de *Vincocaya* (catorce mil seiscientos piés sobre el mar), y otras, y los numerosos picos que las circundan.

Bajo la accion de la fuerza impulsiva que dió lugar a estas altas cimas, grandes cantidades de agua penetran al interior, por las grietas y requebrajamientos producidos, llevando al gran laboratorio subterráneo nuevos elementos expansivos.

Las montañosas masas formadas se hinchan mas y mas cediendo por fin a la fuerza eruptiva, y las rocas que las constituyen se rompen y parten, produciéndose un orificio de comunicacion entre la supérficie y la parte inferior de la corteza terrestre.

Los fenómenos *volcánicos* propiamente dichos se verifican entonces por primera vez en los Andes, y las materias del interior son arrojadas con gran violencia hácia el exterior. Se forman cráteres donde antes habia hielos, y las cenizas y escorias de esas deyecciones se esparcen en todas direcciones.

El *Chachani* es una colosal montaña del período traquítico. Su cráter, en parte destruido, es inmenso. Su aspecto, junto con los materiales que le rodean, como son las fonolitas

(1) En honor de uno de los mas grandes naturalistas modernos, debiera bautizarse esa montaña, cuya altura estimo en 22,000 piés ingleses, con el nombre de *Humboldt*.

y lavas del lado de Yura; las corrientes ígneas que se desprenden en todas direcciones de su base; el azufre depositado en su elevada cima de erupcion, y los gases que aun se escapan, con las aguas termales de Yura; todo prueba que el *Chachani* es un volcan de la época traquítica, que hoi, inofensivo e imponente a la vez, se nos presenta como una resaltante muestra de las fuerzas plutónicas del período que estudiamos.

La altura del *Chachani* es de 19,500 piés y su base abarca una circunferencia de cerca de veinte leguas.

Su falda occidental descansa sobre traquitas a una altura de ocho a nueve mil piés, y por el oriental sus flancos descienden solo hasta doce. Las rocas que le rodean son una especie de *fonolita*, por su composición, no por la forma. Son porosas y compuestas de feldspato y anfíbola. Se encuentran al lado de enormes depósitos de cenizas volcánicas formando capas mas o ménos regulares. Tambien se observan numerosas corrientes de traquita que se desprenden de su base, y corren hácia el Oeste formando colinas onduladas y caprichosas.

Enormes aglomeraciones de rocas sueltas, lanzadas probablemente por su cráter, se ven en algunos puntos; pero en jeneral todas sus deyecciones son eminentemente traquíticas.

Es necesario tener presente esto último, que es el carácter esencial, sino único, para distinguir estas erupciones de las posteriores.

El *Pichu-Pichu*, por el Sur, tiene tambien una enorme masa. Apagado probablemente antes que el *Chachani*, eleva sus abruptos picos hasta una altura casi igual a él.

La montaña del *Rayo* es un cráter extinguido, perfectamente determinado en su forma. Está rodeado de capas de cenizas que contienen escorias feldspáticas traslucidas y algo ennegrecidas. Sus blancas cimas alcanzan solo a dieziseis mil piés de altura.

Talvez a ménos altura que el anterior eleva su cráter el *Ubinas*. De este volcan se conservan tradiciones de una gran

erupcion que casi cubrió con sus cenizas la ciudad de Arequipa. Segun un autor, ella debió verificarse en el siglo XVI.

Hasta hace poco se veia salir de su cráter columnas de espeso humo, y a veces llamas.

Hoi no da indicio alguno de vida.

Respecto al *Omate*, se conserva de él el recuérdo de una violenta erupcion que tuvo efecto en 1667. Encontrándose en la misma distancia de Arequipa que el *Ubinas*, probablemente contribuyó con sus cenizas a la acumulacion de la enorme cantidad de depósitos volcánicos de los alrededores de esta ciudad.

El *Solimana* por el norte lanza sus picos hasta cerca de diezinueve mil piés; y aunque no tiene el aspecto de una montaña volcánica, nada revela en ella períodos de erupcion.

Un poco mas al sur encontramos al *Coropuna*, cubiertas sus redondeadas cimas de nieves perpetuas, y que tiene una altura de 20,800 piés. Es una montaña muy semejante en su forma a la que he indicado que debiera dársele el nombre de *Humboldt*; pero ésta tiene a lo menos cerca de mil piés mas de elevacion, y es la mas alta de todas las que conocemos en esa parte de los Andes.

El *Misti*, situado entre el Chachani y el Pichu-Pichu, parece que se ha formado despues de estos.

Su altura llega a 6200 metros, segun medidas trigonométricas.

Las tomadas últimamente con barómetros, son poco diferentes de la anterior, pues dan, por término medio, 18,500 piés.

Segun los numerosos exploradores que han visitado esta montaña, arroja por su cima gases sulfurados que depositan azufre; lo que prueba que el *Misti* se halla hoy *no en actividad* como se ha dicho, sino al estado de *solfataras*; es decir, en el paso del volcan en actividad a un volcan apagado.

Tiene esta montaña una forma cónica casi regular, y una base aproximadamente de cerca de doce leguas de circunferencia.

Segun las medidas últimamente tomadas, el cráter exterior tiene cerca de novecientas yardas de diámetro y está separado del cono de deyeccion central por un anillo de 200 varas de ancho. Dicho cono es bajo y pequeño.

«El cráter es grande, pero poco profundo, decia Curson en 1833, y se abre al sudeste. Su cima está rodeada de piedras y arena, y solo en su pié se encuentran señales de erupcion... No se halla en la parte superior de sus flancos sino traquita y pórfido negro. De su cráter salen constantemente vapores y pequeñas cantidades de cenizas; pero no ha tenido erupcion desde la llegada de los españoles a América».

El naturalista Wendell lo visitó en 1847.

«El punto sobre que me hallaba, dice, hacia parte de una inmensa muralla, vertical por dentro, y que continuaba esteriormente con la pendiente misma de un volcan. El espacio circunscrito de esta muralla y que no puede compararse mejor que a un gran patio, no era otra cosa que el cráter externo del volcan. Esta cavidad estaba ocupada por un gran *túmulus* de cenizas negruzcas de naturaleza igual a la de la pendiente y de forma mui regular, de tal modo, que parecia tener analogía con un animal que hubiera estado acostado en el fondo del cráter; pero, pareciase todavía mas a uno de esos médanos que ocupan en tan gran número los desiertos de la costa, y no es dudoso que su orijen no sea debido como el de ellos a la accion de los vientos. Un *tímulo* de esta naturaleza existe, como se sabe, mas o menos en todos los volcanes; y en su cima (pues tienen jeneralmente forma cónica), existe una boca o respiradero por el cual, como de una chimenea, se exhalan los gases o vapores que destilan los fuegos subterráneos. Nada de esto existe en el *Misti*, y lo mismo sucede respecto a esos estremecimientos y estrépitos de la ebullicion que hieren de tal manera los sentidos de los curiosos que visitan un volcan en actividad; de suerte que quando despues del primer exámen me senté sobre un fragmento de lava... el gran silencio que reinaba no fué interrumpido un momento sino por el

zumbido de un moscardon, tan admirado como yo, sin duda, le encontrar compañía en esos lugares».

Segun Curson, el *Misti* tendrá 7,252 metros de altura, (o sean 22,328 piés) y, segun Pentland, alcanzaria solo a 5,600.

Y si consultamos las demas mensuras, veremos siempre diferencias, casi todas en exceso. Solo la triangulacion basada en la altura determinada y fija de la ciudad de Arequipa, ha podido sacarnos de duda a este respecto: el *Misti* no tiene mas de 6,200 metros de elevacion.

Lo que Curson llama pórfido negro, no es realidad sino una roca cargada de piroxena, y esto podria hasta cierto punto manifestarnos la posteridad del *Misti* con relacion al *Chachani* y otros volcanes apagado de los alrededores.

Tambien he visto muestras de *perlita* de su cima, y en sus flancos se encuentran lavas negras piroxénicas junto con cenizas feldspáticas y rocas sueltas.

Las corrientes de traquita que se escapan a cada paso de las montañas vecinas se ven salir igualmente de las bases del *Misti*, asi como de las del *Chachani*.

DEYECCIONES MODERNAS

Es indudable que, antes del periodo actual, las aguas que vienen del oriente que hoy corren hacia el mar, estaban depositadas detras de los nevados actuales y formaban en distintos puntos, estensos depósitos lacustres. Las rocas sollevantadas y las lavas aparecidas despues impedian su paso como una impenetrable barrera; pero poco a poco, y a traves de los siglos, los efectos de corrosion fueron ahondando un caucé, hasta que aquellas aguas lograron precipitarse hacia este lado.

Labraron posteriormente en el terreno cursos determinados que en distintos periodos volvieron a ser cegados por erupciones posteriores de lava; lo que se ha verificado hasta en épocas muy recientes, segun puede verse en los alrededores de Arequipa.

Si observamos con atención los cortes de los ríos, veremos introducirse en los depósitos de acarreo masas traquíticas que llegan a la superficie y se extienden en ella en todo sentido.

En algunos puntos afectan como en las pampas, la forma de montículos que contienen piedras pomez a veces, y que otras están impregnadas de pequeños granos semi fundidos, y aun de trozos volcánicos de considerable tamaño.

La mica, el cuarzo en pequeños cristales, la anfíbola, son las sustancias que concurren junto con los cristales felsidpáticos a dar a la masa traquítica un aspecto porfiróideo.

Corriendo desde la falda de los extinguidos volcanes, o apareciendo entre los terrenos de sedimento en la llanura, se la vé muchas veces apoyarse en la sienita y seguir sus contornos; manifestando al jeólogo una muestra inequívoca de su orígen y de su modo de formación.

Otras veces, sobre los conglomerados y acarreos de los ríos las capas ígneas se han depositado en estratas mas o ménos regulares.

Estas estratas estan separadas perfectamente unas de otras y por su posición y por su colocación misma, se pueden deducir fácilmente los distintos periodos de deyecciones verificadas.

Atravesando en el ferrocarril los cerros de la Caldera cerca de Arequipa, podemos observar, de la manera mas evidente, en el corte que el río Chili ha formado en los terrenos preexistentes, a un lado, a la derecha, las sienitas, e inmediatamente despues, las traquitas que se han depositado sobre ellas. Y mas allá, en el mismo corte una serie de capas de esta roca sobre un lecho de conglomerados recientes, que fué en un tiempo el fondo del río; lo que nos dice con toda claridad que el suelo actual y la campiña de Arequipa, no son los mismos que en épocas no muy lejanas, y que las deyecciones ígneas han variado talvez muchas veces en los tiempos modernos las condiciones topocráficas y las que se relacionan con la situación de los terrenos de regadío y de cultivo.

En otros puntos cerca de allí se descubren en las sienitas mismas en un nivel superior y en partes resguardadas de los vientos, depósitos de ceniza felspática, provenientes de erupciones volcánicas que forman capas de considerable espesor, y que concluyen por dar perfecta idea de las últimas evoluciones jeognósticas en esta zona eruptiva.

Ellas parecen haber ya terminado su período de actividad y entrado en uno de calma de larga duración. Pero las fuerzas creadoras no toman en consideración el tiempo, a que el hombre todo lo subordina, para verificar sus perpétuas transformaciones, y nada nos dice que nuevas erupciones no vengan a destruir una vez más estas fértiles y risueñas campiñas.

Al observar los restos de las fuerzas que han tenido en otros tiempos una acción tan poderosa y de que tal vez las generaciones futuras no tengan sino pequeñas muestras, recuerdo las palabras de un profundo pensador, que reflexionando sobre esto comparaba la serie de fenómenos más y más intensos que se observan, retrogradando con la imaginación hacia los tiempos pasados, a lo que vería un viajero que quisiera estudiar el poder de las fuerzas creadoras, partiendo desde el polo hacia el ecuador.

Las vería, dice, aumentar progresivamente hasta la zona tórrida; allí encontraría el *máximum* de nuestra época, mientras que bajo el cielo del polo habría casi encontrado el *cero*.

Aunque el estado de nuestro planeta no puede ser comparado al de los polos, sin embargo, todo nos manifiesta que las fuerzas químicas, físicas y mecánicas, que tan poderosamente han obrado en otros tiempos; son hoy día más débiles.

Pero tal vez la calma de que parece gozar nuestro planeta no sea sino el reposo más o menos duradero que precede a las grandes catástrofes conocidas en la historia geológica con el nombre de solevamientos. ¿Quién sabe si las que va a experimentar más tarde la tierra no sean mucho más gigantes-

cas y de proporciones mas colosales que las actualmente conocidas!

Todo parece indicarnos que la intensidad de estos efectos está en razon directa con el tiempo trascurrido para que uno de estos fenómenos se desarrolle.

Las granitos, las sienitas, los pórfidos, las traquitas, han ido sucesivamente agrandando mas y mas las huellas de su paso.

Las primeras montañas aparecidas, apenas se elevan unos cuantos metros sobre la superficie; mientras que las posteriores crecen mas y mas en altura, hasta llegar a las mas recientes.

Talvez en lugar de una sola fuerza que decrece, podemos considerar dos: una que desminuye, como es la que se relaciona con los fenómenos volcánicos, deyecciones de lavas, cenizas, etc.; que concurrén a la formacion de capas calizas y salinas, y que se manifiestan en la menor intensidad creadora de las aguas termales: al desprendimiento de gases; a la formacion de los criaderos metálicos, etc.; y otra que parece concentrarse en el interior del planeta, y que obra con mas y mas intensidad a medida que la corteza terrestre, solidificada, aumenta de espesor y que el poder de la contraccion por enfriamiento es cada vez mas irresistible.

Esta última fuerza puede un dia encontrar su equilibrio en la resistencia misma que tiene que vencer de parte de la costra terrestre ya mui enfriada; pero debemos confesar, que atendido el espesor que hoy se le supone, no puede ésta contar aun con la resistencia necesaria para impedir que la materia fluida interior se derrame en la superficie.

Nuestro planeta es jóven aun y su corteza sólida relativamente delgada e inconsistente con relacion a la masa del núcleo central. Cuando sean absorbidas por la tierra las aguas y el aire, cuando nuestro globo llegue al estado de decrepitud en que se halla la luna, que es un astro muerto cuya atmósfera se halla anulada por completo, la altura de nuestras mon-

tañas podrá ser cinco y seis veces más considerable. Nuestro satélite nos presenta cimas que llegan a siete mil metros: para el volumen de la tierra, que es cuarenta y nueve veces mayor que el de la luna, esas alturas equivaldrían relativamente a cuarenta mil metros. Para llegar a este punto se requeriría solamente que el grueso de la corteza terrestre aumentara en proporción para que, siendo la resistencia a la expansión más considerable, las materias fluidas del interior puedan llegar a mayor elevación.

De modo pues, que la sola consideración de la altura relativa de las montañas lunares y terrestres, nos induce a predecir para el futuro, nuevos y grandes trastornos en la corteza de nuestro globo.

Pero, aun no tomando en cuenta esta razón que es puramente inductiva o filosófica, hai otro hecho importantísimo que basta por sí mismo a explicar todos los sollevamientos de montañas.

M. Cordier, el más eminente de los físicos que se han ocupado en estudiar los efectos del calor central, calcula que la disminución de solo un milímetro en el radio de la tierra, bastaría para desalojar suficiente cantidad de masas ignívolas igual a la que se han producido en quinientas de las más notables erupciones volcánicas. Y, como se ha dicho de paso, la disminución del radio terrestre por contracción debe considerarse una ley física, puede de ahí deducirse lo inútil que es preocuparnos en buscar las causas de los terremotos y trastornos de la corteza terrestre, fuera de la tierra misma, pues aunque ésta careciera de satélite, no por eso los sacudimientos o temblores, las fuentes termales, los volcanes, los hundimientos y sollevamientos de montañas, dejarían de existir.

Supone Mr. Cordier, que el *máximum* de las materias que se escapan en una erupción volcánica es un quilómetro cúbico. Repartido en la superficie terrestre, formaría apenas una capa de 1/500 de milímetro de espesor; de modo que si se supone a

la corteza sólida de la tierra un espesor de cien mil metros, bastaría en ella una contracción capaz de acortar el radio medio de la tierra $1/494$ de milímetro, para producir un quilómetro cúbico de materias eruptivas.

Y, admitiendo este sabio que la contracción sola produzca las deyecciones ígneas del interior de la tierra, calcula que se necesitaría un siglo para que el radio de ésta disminuyera un solo milímetro, verificándose cinco erupciones semejantes cada año.

Cuando nuevos solevantamientos se verifiquen; cuando las nuevas montañas y cordilleras disloquen la superficie del planeta cambiando radicalmente la posición actual de los continentes y de los mares; talvez la especie humana habrá ya desaparecido, y sus vestigios convertidos en fósiles serán las únicas huellas que las futuras edades mostrarán del hombre en el inmenso catálogo paleontológico cuyas páginas de piedra son el mas seguro guía para el que quiera estudiar la edad de los terrenos y los distintos períodos jeológicos.

BENEFICIO DE METALES PLATOSOS

Beneficio de metales platosos (1.)

MÉTODO DE YAULI.

I

El distrito mineral de Yauli es uno de los más importantes del Perú, ya sea por el gran número de filones que en él se encuentran, ya por la gran variedad de sustancias metálicas que los constituyen.

Abundan los criaderos arjentíferos, y también vetas de plomo, cobre, sulfuro de antimonio, y depósitos de piritas de fierro que contienen a veces algo de oro.

Hai criaderos regulares e irregulares, en venas y en capas; desde un grueso insignificante, hasta de una gran potencia, que, en la veta *Caraguacra*, llega a treinta metros.

Los terrenos que predominan son: calizas penetradas de sílex; poderosas capas de areniscas cuarzosas, y grandes depósitos de conglomerados.

Interrumpen estas formaciones, picos eruptivos y diques de diorita y sienita, produciendo en su contacto con las capas sedimentarias, acciones metamórficas muy marcadas. Esto se nota principalmente en el centro mineral de Morococha, donde, en grande extensión, se ven las areniscas fuertemente metamorfozadas por la roca plutónica.

Esta es evidentemente el origen de los numerosos filones que cruzan los cerros en todo sentido, y que deben indudablemente su existencia a las fuentes termales y sublimaciones metálicas, producidas por el sollevamiento de las dioritas y sienitas:

(1) Este artículo fué escrito a principios de 1879.

Si estendemos nuestra vista sobre todas las capas que forman el suelo entre Morococha y Yauli, y entre éste último punto, Tarma y Jauja, no podremos ménos que notar la uniformidad de composicion que las caracteriza, como así mismo los numerosos fósiles que en ellas se encuentran.

Los fósiles, que en realidad son el único guia seguro para determinar la edad relativa de las rocas, son aquí tanto mas importantes cuanto que sin ellos seria imposible atinar en la determinacion de terrenos completamente trastornados y metamorfizados, como son los de que ahora nos ocupamos.

En *Casapalca*, punto situado a 13,000 piés de altura y a dos leguas de las cumbres nevadas de la Cordillera, por el lado occidental, se encuentran *amonites* y *planorbes* perfectamente conservados; y por el lado oriental, los siguientes:

nerimeas,

carditas,

planicostas,

paludinas;

y otras que parecen referirse a las especies:

leda amigdaloides,

leda núcula,

y *terebratula cornea.*

Los amonites se hallan en la base de los terrenos secundarios, atraviesan toda esta série, y vienen a extinguirse en la parte superior, en el período cretáceo.

Las nerimeas nacen en el piso oolítico, y mueren tambien en el cretáceo.

La *terebratula carnea* ha vivido tambien en este mismo piso; y con respecto a todos los demas fósiles citados, caracterizan distintamente los terrenos terciarios inferiores.

De todo esto puede deducirse que la edad jeológica de estos terrenos, se refiere a la época comprendida entre los secundarios y terciarios o bien a un período intermediario entre los cretáceos y eocenos.

De dónde resultaria que la emersion de esta parte de los

Andes, se refiere a una edad relativamente moderna; sobre todo si se relaciona a las antiguas formaciones que constituyen las altiplanicies del sur del Perú en los alrededores del lago Titicaca.

Esto vendría a confirmar una vez más lo que he tenido ocasión de observar en distintos puntos de la Cordillera, a saber, que estas montañas se han levantado poco a poco, y en distintos períodos geológicos.

Y con relación a las sustancias metálicas aparecidas en las distintas épocas de erupción podría también observarse que, con excepción del estaño, que se encuentra en los terrenos carboníferos muy antiguos, todos los demás metales se hallan en los terrenos posteriores y más modernos.

II

La *Mineralogía*, se halla abundantemente representada en esta sección de los Andes, cuya elevación sobre el mar es verdaderamente notable.

El pueblo mismo de Yauli, se halla a 4112 metros.

Morococha, lo está a 4493.

Pero el nivel medio de las grandes alturas es de 5,000 metros; aunque hai picos como el monte Meiggs, que llegan a 5357, y cimas nevadas perpetuamente como el Pui-Pui, que alcanzan a 5,600.

Es interesante bajo el punto de vista geognóstico, señalar las especies principales de plata y otras, que existen en esta elevada zona mineral.

Las principales son las siguientes:

Galena pura, o sulfuro de plomo, ya sola, ya acompañada de piritas de fierro y blenda.

Es muy abundante en el distrito de Yauli, y se la encuentra en las vetas constituyendo a veces gran parte del criadero.

El *acerillo*, o galena de grano fino, es generalmente rica en plata.

Pirita de hierro, jeneralmente arjentifera. Es mui comun, y se la ve asociada a otros minerales en todas partes. En el establecimienço de *Tucto* de los señores Pflücker y Rico, constituyen un manto de cuatro metros de espesor, que contiene alguna plata.

Blenda o sulfuro de zinc, sola o asociada a la galena y piritas y otras especies.

El cobre gris antimonial conocido con los nombres de *panabasa* o *tetraedrita*, es mui comun. Se le conoce en el Perú con el nombre de *pavonado*.

A veces contiene hasta 8 y 10 % de plata.

Casi siempre se le halla mezclado con pirita, galena y blenda.

El *pavonado de cobre*, que no es otra cosa que cobre gris arsenical, y que consta de cobre, plomo, zinc, fierro, antimonio y azufre. Se le ve asociado a la enarguita, pirita, blenda, magabasa y cuarzo.

La *enarguita* consta, segun Platner y Domeyko, de:

Cobre.....	47.20
Fierro	0.57
Zinc.....	0.23
Plata.....	0.02 (En Chile, 0.03)
Antimonio.....	1.61
Arsénico.....	17.60
Azufre.....	32.22

La *magabasa*, se compone, segun Plücker de:

Acido tungsteno.....	74.00
Oxide de manganeso.....	24.51
Oxido de hierro.....	140

La *polibasita* o *estefanita* o sea sulfantimoniuro de plata, se encuentra en varios puntos, principalmente en la gran veta

Carahuacra, asociada al rosicler, a la pirita, al cobre gris, a la galena y a la blenda.

El *rosicler* (*pirarjirita*), no solo se encuentra en la Carahuacra, sino tambien en distintas vetas del distrito. Es una combinacion de plata que se halla en una proporcion de 52 a 60 %, con hierro, zinc, antimonio y azufre.

Polisulfuro de plata y bismuto. Segun el eminente mineralojista y jeólogo peruano, don L. Plücker y Rico, que lo descubrió en Morococha por primera vez, se compone de:

Bismuto.....	54.56
Plata.....	28.62
Azufre.....	16.82

Casi siempre está intimamente mezclado con el cobre gris.

El *negrillo*, *arjesirosa*, *plomo ronco*, o sea sulfuro de plata, diseminado en las gangas cuarzosas, y asociado a otras especies. Como es sabido, el plomo ronco puro consta de 87 % de plata y 13 de azufre.

Ademas de las especies arriba nombradas, se encuentran tambien:

Carbonatos y sulfatos de plomo, subordinados a la galena.

El sulfato de fierro, acompañando las piritas.

El fierro magnético, y ocre de hierro.

El sulfuro de manganeso.

La *manganita*, u óxido de manganeso, con leyes de plata que varían entre 5 y 20 diezmilésimos, existe bajo la forma terrea, constituyendo *pacos* oscuros. A veces son escoriáceos, y en este caso, la lei arjentífera es mayor, y alcanza hasta 80 diezmilésimos.

Así como el sulfato de hierro existe en Yauli subordinado a las piritas, y los carbonatos y sulfatos de plomo a las galenas, del mismo modo la *malaquita* y la *azurita* (carbonatos de cobre) lo están a los cobres grises que allí se encuentran.

Relativamente a los criaderos y gangas, el cuarzo puede decirse que los constituyé casi únicamente, debiendo recordarse que forma parte esencial de la roca solevantadora de Morocha, la *sienita*, y de las areniscas por ella solevantadas.

Tambien se encuentra la cal al estado de yeso (sulfato), y mui principalmente al de carbonato, en grandes formaciones, como así mismo constituyendo parte de los grandes depósitos modernos debidos a las fuentes termalés vecinas a Yauli, compuestas de carbonatos, sulfatos y cloruros de soda, cal, magnesia, fierro y litina.

III

HORNOS. (1)

Se construyen completamente de arenisca silicea y se revisten interiormente de arcilla para darles mayor duracion. Sin esta precaucion, el óxido de plomo se apodera de la silice; y las paredes se funden.

Para hacer el horno, se principia por elevar cuatro murallas verticales hasta la altura de dos varas mas o ménos, dejando entré ellas un espacio de cinco y media varas de largo por tres y media de ancho. Dicho espacio se divide en dos, por una muralla que se eleva perpendicularmente a la longitud del horno, dejando a un lado una superficie de cuatro varas, y de una vara al otro. Ambas divisiones comunican por una abertura de media vara cuadrada, hecha en la pared que las separa, como a treinta centímetros del piso.

Por esa abertura pasa la llama de la division pequeña, donde se hecha el combustible, a la mayor, donde se pone el mineral. Ambas secciones tienen una puerta que da al frente del horno, sirviendo la una para arrojar al hogar el combustible, y la otra para las manipulaciones de la fundicion.

(1) Véase la figura.

Ademas, la parte que sirve de hogar, tiene otra abertura que comunica a la cabecera del horno, por donde se extrae la ceniza.

El horno propiamente dicho, tiene tambien otra puerta frente a lá de trabajo, que da a la parte exterior, y por donde se sangran las escorias.

Ademas, en la cabecera opuesta al cenicero, una comunicacion da salida a la chimenea, a los gases y demas productos de la combustion.

El techo del horno por dentro, tiene forma de bóveda, y en ella hai practicada otra abertura, que permanece cerrada durante la operacion, y que sirve para que penetren los operarios a hacer el piso y a componer el interior cuando se deteriora.

El piso es cóncavo y de forma circular. La base es de arenisca, como el resto del horno, y sobre ella se apisona una capa de arcilla; y encima de esta y otra de *ceñdrada*, que es una verdadera marga, o sea una tierra arcillosa con carbonato de cal.

El plan del horno así preparado, se seca a fuego lento, y después de la primera operacion se extrae a pedazos y se construye de nuevo.

El combustible que se usa es la *tuquia*, o estiércol de llama, o de carnero.

Se gastan, como término medio, cien sacos en 24 horas, o sean 50 a 60 quintales.

La puerta del hogar, o sea la *ajitudera*, está constantemente servida por un indio que arroja con la mano al interior, puñados de taquia durante todo el tiempo de la operacion; de modo que hace las veces de un aparato mecánico que echara el combustible en pequeñas porciones, en intervalos mas o ménos de un segundo.

IV

PROCEDIMIENTO.

Supongamos que se trata de beneficiar metales compuestos casi en su totalidad de pavonados.

La mezcla se prepara en este caso, del modo siguiente:

- 4 a 5 quintales del mineral pavonado;
- 4 a 5 de galena; a lo que se agrega, si la fundición es tardía,
- 3 a 4 quintales de litarjirios de las operaciones anteriores.

Después de echado el metal al horno, que se halla al color rojo, empieza por aglomerarse. El operario, desde la puerta de trabajo, lo extiende y revuelve convenientemente.

Poco después empiezan a aparecer las primeras proporciones de plomo, lo que indica que el mineral entra en fusión.

Cuando ésta se verifica completamente, se ve en el fondo un gran botón metálico en una semi-ebullición, a consecuencia de las reacciones que en él se verifican; y encima, sobrenadando las escorias.

Esas se sacan de tiempo en tiempo por el canal que se llama la *sangradera*.

Extraídas las primeras escorias, se observa con cuidado la parte fundida. Si el metal es cobrizo (lo que es muy común) aparece sobre el núcleo de plomo una pequeña capa blanquizca o gris, que lo cubre, y que en Yauli llaman *tela*.

Esta, oscurece la superficie, y como contiene plata, la operación no se considera terminada hasta que no ha desaparecido completamente del baño.

La *tela*, en mi concepto, no es otra cosa que un oxisulfuro de plomo con otras sustancias muy poco fusibles, y que se forma a causa de la oxidación imperfecta de los minerales.

Cuando esto sucede, hai que aumentar el fuego y r mover la superficie hasta que haya desaparecido la tela completamente, pues de otro modo se pierde plata como ya se ha dicho.

La operacion va bien cuando el boton de plomo del fondo aparece limpio y brillante. Entónces se disminuye el fuego para evitar la volatilizacion, que ocasionaria pérdidas.

Una vez el plomo descubierto, aparecen los primeros litarjirios, que aumentan mas y mas, y se reunen alrededor del boton metálico. Se  xtraen con una pala de fierro previamente calentada hasta el rojo: esta precaucion es necesaria para que no se pegue el plomo al fierro, lo que también seria causa de pérdida de plata.

La operacion para estos metales pavonados, cobrizos y rebeldes, dura a veces hasta ocho o diez dias; lo que aumenta considerablemente el gasto de combustible, cuyo costo, por saco, es de diez centavos mas o m enos.

A la vez que se extraen los litarjirios por la puerta de trabajo, otra parte de ellos va embebi ndose en la copela o fondo del horno.

Llega un momento en que el plomo desaparece completamente, quedando solo un disco de plata, bastante pura (queda siempre con algo de plomo).

Los fenómenos de los *colores de íris*, y del *relámpago*, tan conocidos en los ensayos de plata por la via seca, se verifican aquí en grand  escala, y preceden siempre en algunos instantes el momento en que termina la operacion.

Cuando se trata de beneficiar galenas puras, el procedimiento se facilita grandemente.

La mezcla se compone entónces de 30 quintales de galenas y 20 de escorias crudas.

La *tela*, que es el gran inconveniente en el beneficio de pavonados, y que tarda muchos dias en desaparecer, es en este caso casi nula, y toda la operacion no demora mas de uno o dos dias.

Los productos de ésta, en todo caso son:

Plata casi pura, 94 a 95 % ;

Litarjirios;

Escorias cocidas;

Escorias crudas;

Fondos de copela.

He ensayado por plata estos productos secundarios, y obtenido:

Para los litarjirios, uno y medio marcos por cajon;

Para los fondos de copela, la misma lei;

Para las escorias cocidas, dos marcos, y, para las crudas, cuatro o cinco.

Estas últimas se diferencian de las primeras, en su color pardo o rojizo, y no pueden provenir sino de una mala fundicion.

De todo esto resulta que la pérdida total, cuando todo ha sido bien hecho, alcanza a seis marcos por cajon término medio.

ENSAYE COMERCIAL DEL GUANO

Ensaye Comercial del Guano.

En los ensayos de guanos se trata de determinar principalmente la cantidad de azoe y de ácido fosfórico que contienen; pero conviene a veces averiguar el grado de humedad que poseen, como también la proporción de materia orgánica y la parte arenosa e insoluble que en ellos se encuentra.

HUMEDAD.

Para determinarla, tómese medio gramo de la sustancia, y caliéntese en baño maria hasta que no cambie de peso, y por diferencia se determina la humedad.

MATERIA ORGÁNICA.

Calcínese al aire libre un gramo de materia, en un crisol de platino o porcelana; pésese el residuo enfriado, y la diferencia dará la proporción de materia orgánica.

FOSFATOS.

Varios son los métodos que se usan para determinarlos. Los mas prácticos son los siguientes:

a.—Tómase un gramo o dos de materia; calcínase sin elevar mucho la temperatura para que no se forme fosfato insoluble, y el residuo se ataca por diez centímetros cúbicos de ácido muriático diluido en cincuenta de agua pura.

Se hace hervir la disolución por diez minutos y se filtra. Queda en el filtro la arena y parte insoluble.

A la disolución filtrada y caliente se agregan tres o cuatro centímetros de cloruro de calcio, para producir fosfato de cal; y en seguida se agrega amoníaco para precipitarlo.

Se espera que el precipitado se asiente, y se filtra la parte clara. Quedan los fosfatos en el filtro, y se lavan con agua tibia. Se deja aclarar el líquido y vuelve a filtrarse, y por último se hace por tercera vez esta operación con los fosfatos mismos.

Después se seca el filtro a la temperatura de 110° centígrados, y se pesa destarando el peso del papel, o bien se incinera todo en una cápsula de porcelana o de platino, y se desprecia el peso de las cenizas.

Si este fuera apreciable, se resta, conociendo de antemano la cantidad de cenizas producida por otro filtro igual.

El residuo, o sean los fosfatos calcinados, se multiplica por 0.458, y se obtiene la cantidad de ácido fosfórico, considerando todo como fosfato de cal.

Esté contiene 45.65 % de ácido fosfórico.

b.—DETERMINACION DEL ÁCIDO FOSFÓRICO POR EL CLORURO AMONICAL DE MAGNESIA. (MOHR.)

Para preparar este reactivo se disuelven 100 gramos de cloruro de magnesio cristalizado, en mil centímetros cúbicos de agua destilada, y se agregan cincuenta de sal amoníaco y cien centímetros cúbicos de amoníaco.

Se toman dos gramos de guano, se atacan por cuatro centímetros cúbicos de ácido clorhídrico y se evapora hasta sequedad.

Hecho esto, se agregan unas cuantas gotas de ácido clorhídrico y después ácido oxálico puro.

El ácido oxálico precipita parte de la cal, quedando la restante disuelta en el ácido muriático.

Se neutraliza éste ácido con carbonato de amoníaco hasta que no haya efervescencia, se agrega ácido acético, y se deja todo en reposo por doce horas.

Pasado este tiempo, se filtra.

Se agrèga disolucion magnésiana al líquido filtrado, y se precipita el fósforo al estado de fosfato de magnesia.

Se filtra de nuevo, y se tiene cuidado de lavar el filtro con una mezcla de dos partes de agua y $\frac{1}{4}$ una de amoniaco.

El residuo se calcina y se pesa.

En 100 de fosfato de magnesia hai 36.7 de ácido fosfórico.

c.—El método aconsejado por Domeyko es el siguiente:

Se disuelve el guano en ácido clorhídrico, y se precipita todo al estado de fosfato de cal, por medio del cloruro del calcio.

Se disuelve el fosfato en el ácido clorhídrico, que se satura en parte con amoniaco, tratando de no formar precipitado, y se vierte en el líquido cierta cantidad de alcohol.

Se calienta hasta que no se sienta olor alcohólico y se añade amoniaco en exceso, precipitando después el ácido fosfórico por el cloruro de magnesio amoniacal.

Se calcina el precipitado al rojo, y da 36.7 de ácido fosfórico.

OBSERVACIONES.

Segun Mohr, precipitando todo al estado de fosfato de cal, cuando no hai mucho fierro ni alúmina, se obtiene buen resultado.

En efecto, el fosfato de fierro tiene 47.146 % de ácido fosfórico y el de cal 45.931 %; de modo que aunque haya 10 % de fierro, el error no pasa de medio por ciento.

No cree Mohr bueno el método del urano, de que no me ocuparé en estos apuntes, y recomienda precipitar el fósforo al estado de fosfato amoniacal de magnesia.

AZOE.

El ensaye por azoe es en realidad mui fácil de practicar aunque requiera cierto número de preparaciones prévias.

La operacion consiste en lo siguiénte:

Se mezcla el guano con cal sódica y algo de acetato de soda en un tubo de vidrio cerrado por un extremo, y cuya otra estremidad va a sumerjirse en un vaso de agua teñida préviamente de azul con tintura de tornasol, y enrojecida despues con un ácido.

Calentando la mezcla, todo el azoe se desprende al estado de amoniaco, que neutraliza el ácido del vaso y vuelve a colorar de azul el agua; operacion que se continúa a medida que el gas se desarrolla por un lado y que se agrega por otro con cuidado cierta cantidad graduada de un ácido conocido.

Cuando deja de salir amoniaco, el color rojo del ácido persiste, y en ese instante se da por terminado el ensaye.

La cantidad de azoe queda fijada por el número de centímetros cúbicos del ácido gastado.

Tal es en globo el procedimiento.

Aunque todos los autores prefieren el ácido sulfúrico para estos ensayes, yo usé el oxálico por ser sólido, manejable, que no se altera al aire, y que uno mismo puede purificar con gran facilidad.

La fórmula de este ácido es, segun Morh. $C^2 O^3 + 3 H O$, y su equivalente, 63.

Como el del comercio es un poco impuro, se le agrega agua destilada tibia, de tal manera que quede gran parte del ácido sin disolverse. Se filtra, y se hace cristalizar por dos veces la parte filtrada. Se decanta el líquido restante y los cristales se secan, primero en un papel de filtro y despues al aire libre.

De ellos se toman dos partes. La primera debe pesar 63 gramos, que se disuelven en un litro de agua destilada. Se guarda en un frasco esmerilado, y se la distingue con el nombre de disolucion *normal*.

La segunda se compone de 6 gramos y 3 decigramos de ácido oxálico que se disuelven en otro litro de agua pura. Esta

se llama disolucion *décima*, porque contiene diez veces ménos ácido que la anterior.

Ahora bien, siendo la forma del amoniaco Az H^3 , y su equivalente 17, cada centímetro cúbico de la disolucion normal neutraliza o *equivale* a gr. 0.017 de amoniaco, y corresponde a 0.014 de azoe, y cada centímetro de disolucion *décima*, a la *décima* parte de esas cantidades, o sea a 0.0017 de amoniaco y 0.0014 de azoe.

De modo, pues, que si echamos en un tubo graduado (bureta) cien centímetros cúbicos de la primera disolucion, de la normal, tendremos en ellos 6 gramos y 3 *décimos* de ácido oxálico, que saturarán 1.40 de azoe.

Como la cantidad de azoe contenida en los guanos oscila entre dos y doce y cuando mas 14 %, tomándose para el ensayé solo medio gramo de materia, resultarían mui cargadas estas disoluciones, de tal modo que el mas pequeño exceso echaria a perder el ensaye.

Para obviar este inconveniente, que es mui serio en la práctica, he usado las disoluciones siguientes: Para lo normal, 6 gramos 3 *décimos* de ácido oxálico, en 500 partes de agua, lo que da, 0.0028 de azoe por cada centímetro cúbico y para la disolucion *décima*, la misma anterior.

Para preparar la tintura de tornasol, se toma cierta cantidad de éste, se disuelve en diez veces su peso de agua pura, y se filtra. Del líquido filtrado se sirve uno para teñir de azul el agua en que se recibe el amoniaco.

OPERACION.

El tubo encorvado tiene de quince a veinte milímetros de diámetro, veinte centímetros de longitud la parte no doblada, y cuatro o cinco esta última.

Se empieza por limpiar bien con amianto el tubo y calentarlo un poco; se coloca después un poco de aquella sustancia en el fondo, y en seguida se echan sobre ella unos diez gramos de una mezcla compuesta de:

5 gramos de acetato de soda, seco,
y 45 de cal sódica, tambien seca.

Despues se toma medio gramo del guano que se ensaya y se le mezcla intimamente con 30 gramos del mismo reactivo, y por último, se acaba de llenar el tubo con cal sódica sin acetato de soda.

Conviene introducir al fin otros pedazos de amianto fibroso que sirve para retener todo en su sitio.

En tales condiciones, se forra el tubo con una espiral de cobre laminado, que se ata con alambre, y se coloca sobre una lámpara de alcohol de tres o cuatro luces.

Se enciende primero la mas próxima a la parte encorvada, y despues las demas.

Empiezan por salir del agua las primeras burbujas, que son de aire puro, y a los pocos minutos se desprenden las primeras porciones de amoniaco.

Debe enrojarse previamente la disolucion con uno o dos centímetros de la disolucion ácida, que se echa de antemano en una bureta graduada, cuya estremidad inferior cae sobre el vaso.

El ácido, como se ha dicho, pone rojo el tornasol; pero el amoniaco lo vuelve azul. En ese momento se agregan nuevas porciones de ácido, y así se continúa con precaucion hasta que el líquido vuelva a tomar el color azul. Esto quiere decir que no hai ya mas amoniaco, y el ensaye queda terminado. Se retira el tubo del agua y se cuentan los centímetros cúbicos empleados.

Supongamos que sean diez. Se sabe que cada uno equivale a 0.0028 de azoe; diez corresponderán a 0.028.

Si en gr. 0.5 de guano hai 0.028 de azoe ¿en 100 de guano, cuánto azoe habrá? La proporcion da % 5.6, que seria la lei buscada.

Sucede con frecuencia que el ensayador se *pasa* en la cantidad de ácido, lo que daria mas lei que la real.

Para no repetir el ensaye se hace otro inverso, mui sen-

cillo; se neutraliza el ácido en exceso por medio de una base.

El reactivo empleado es el sacarato de cal.

Para prepararlo se disuelve cal viva en agua azucarada, de tal modo que un centímetro cúbico neutralize uno o dos de la disolución oxálica que se emplea.

Supongamos que en un ensaye por azoe, el líquido haya quedado rojo por exceso de ácido. Se toma una bureta graduada, y se llena de la de sacarato, que se hecha gota a gota sobre el vaso hasta que el agua vuelva a tomar un color azul.

Si se han gastado dos centímetros cúbicos para obtener este resultado, fácil nos será saber a cuánto ácido corresponde, si de antemano hemos calculado el poder de la disolución sacarina, y por consiguiente, cuánto hai que rebajar de la lei obtenida para obtener la lei exacta.

Como muestra práctica de estos resultados, recordaré aquí cuatro ensayes hechos por una muestra de Pabellon de Pica correspondiente al cargamento de la *Emma Sims*, en noviembre del 83.

El primero me dió...	% 7.60 de azoe.
El segundo.....	» 7.80
El tercero.....	» 7.80
El cuarto.....	» 7.78

En los tres últimos hubo un pequeño exceso de ácido, que neutralizado por el sacarato de cal, dió la lei verdadera o sea 7.70%.

Observaciones. —No es indispensable usar acetato de soda en estos ensayes; pero como el guano puede contener algo de nitrato de potasa o soda, conviene siempre hacerlo como queda indicado.

Si se quiere conocer la presencia de los nitratos, se calienta el guano con ácido sulfúrico y cobre metálico. Si se desprenden vapores rojos, existen de seguro; si no, nó.

Para ver si existen carbonatos de cal u otros, sé obs̄erva si hai o no efervescencia al atacar la materia por un ácido; si la hai, esto indicará la presencia del ácido carbónico.

Como h̄e dicho ántes, en lugar del ácido oxálico, se puede usar tambien el sulfúrico monohidratado, cuya fórmula es $S O_2 \cdot H O$, y cuyo equivalente, 49.

Si se disuelven 49 gramos de este ácido en 1000 centímetros cúbicos de agua destilada, 10 centímetros de esta disolucion equivaldrán a gr. 0.17 de amoniaco o a gr. 0.14 de azoe.

Un litro de este ácido pesa 1842 gramos, y marca 66° del areómetro de Beaumé.

El ácido de 64° pesa 1,554 gramos, y si el ácido pesa 1,524, el areómetro debe marcar un grado intermedio éntre 63 y 64.

Como en el comercio no se encuentra éste ácido de lei fija y determinada, pues aparte de las impurezas que contiene, absorve el agua del aire, se puede usar cualquiera, teniendo cuidado de ensayarlo previamente.

Este ensayo se hace así: Se toma un centímetro cúbico de ácido, se disuelve en agua pura y se agrega cierta cantidad de uná disolucion de cloruro de bario, hasta que no se forme mas precipitado. Se filtra, se seca y se pesa el sulfato de barita obtenido.

Esta sal consta 65.71 de óxido de bario y de 34.29 de ácido sulfúrico, de modo que por el peso de ella se deduce la cantidad de ácido que contiene y por consiguiente a cuánto azoe corresponde.

Así, por ejemplo, tomé un centímetro cúbico de un ácido sulfúrico cualquiera, y obtuve 4 gramos 10 centígramos de sulfato de barita, que corresponde a 1 gramo y 40589 cienmilésimos de ácido sulfúrico puro, que neutraliza gr. 0.595 de amoniaco o sean gr. 0.4941 de azoe.

Repetidos experimentos me han probado que los resultados obtenidos poco difieren, ya sea que se use este ácido o el

oxálico; así un mismo ensaye hecho sucesivamente con cada uno de ellos, me dió:

Por disolucion oxálica % 9.18 de azoe.

Por disolucion sulfúrica » 9.22

De otros obtuve:

Por ácido sulfúrico..... 8.80 %

Por ácido oxálico..... 8.62

Una muestra distinta, por doble ensaye dió:

Disolucion oxálica..... 7.60

Disolucion sulfúrica..... 7.80

Lo que indica que la disolucion sulfúrica se habia debilitado.

Hai otro procedimiento para determinar el azoe, qué he empleado solo por via de comprobacion.

Consiste en recibir el amoniaco desprendido del tubo con cal sódica, en agua que contiene algo de ácido muriático. Se evapora a sequedad y se pesa el residuo, qué no es otra cosa que clorhidrato de amoniaco cuya fórmula es $\text{NH}_3 \cdot \text{HCl}$. Su equivalente corresponde a 53.45, y a 14 la cantidad de azoe en él comprendida.

Este método tiene el inconveniente de que se volatiliza algo de sal amoniaco en la evaporacion; y así, de un ensaye que por el método oxálico me dió 10.92 % de azoe, por este procedimiento no obtuve sino 9.26 %

Pero si en lugar de evaporar la disolucion se determina por medio de una disolucion *titulada* de nitrato de plata, la cantidad de cloro que contiene la sal amoniaco formada, esto nos dará la de la sal formada, y por consiguiente la proporcion de azoe.

En 100 partes de clorhidrato de amoniaco hai 66.32 de cloro y 26.10 de azoe.

ENSAYE COMERCIAL DEL SALITRE.

Ensaye Comercial del Salitre.

ENSAYE DIRECTO.

Tómese un gramo de salitre puro, previamente despojado de humedad, y disuélvase hasta formar un volumen de 100 c. c. en un líquido compuesto de 20 de ácido sulfúrico y 80 de agua.

(El ácido se echa poco a poco en el agua.)

La disolución de salitre anterior se calienta después en una cápsula abierta, hasta 60° centígrados, y no más.

Agréguese a ella, por pequeñas porciones otra disolución que forme 500 c. c. y compuesta de:

100 gramos de sulfato amoniacal de fierro;

50 de ácido sulfúrico;

Y el resto de agua.

Cada gota de disolución férrica produce al caer sobre la nítrica una mancha oscura que desaparece si se continúa calentando. Se sigue echando poco a poco, revolviendo con una barra de vidrio hasta que las manchas persistan y el color verde olivo de la disolución primera tome color amarillo turbio, que se convierte en oscuro sucio que ya no cambia, cuando se termina la operación.

Suponiendo que se gasten 40 c. c. de esta disolución férrica en producir este resultado sobre la de salitre, quiere decir que este volumen marca la lei tipo o sea de 100%.

Para ensayar cualquiera otra sustancia salitrosa, se procede lo mismo, filtrando en caso de que sea muy impura, y determinando su lei por medio de una sencilla proporción.

ENSAYE POR DIFERENCIA.

Se calienta un gramo de la sustancia hasta 110° centígrados para desalojar la humedad.

Se filtra, y se hace hervir en agua caliente el residuo para determinar la materia insoluble.

Para separar el sulfato de cal, se hace hervir el caliche en agua y se filtra en caliente.

El cloruro de sodio se obtiene así:

La parte filtrada se tñe de amarillo con unas gotas de cromato de potasa y se agrega poco a poco disolucion titulada de nitrato de plata.

Cada gota de esta forma al caer en la disolucion salina una mancha parda oscura, que se disuelve casi inmediatamente al agitar la disolucion. Pero al último, el licor amarillo toma un color oscuro, que tira a rojizo, y que en un momento dado se vuelve completamente rojo, y persiste en él.

Se apunta el número de centímetros cúbicos de disolucion de plata empleada en producir este resultado, y por una proporcion sencilla se determina la cantidad de sal contenida en los salitres o caliches que se ensayan.

La disolucion platosa tipo se prepara así:

Se toma un gramo de sal despojada de humedad y se disuelve en el agua tñida con cromato de potasa. Por otra parte se toma un gramo de nitrato de plata y se ve cuántas divisiones de su disolucion se necesitan para producir la coloracion final de que hemos hablado.

Supongamos 100 divisiones empleadas para ensayar el gramo de sal pura, y 30 para un caliche; esto querrá decir que este último tiene 30 % de sal.

Sabemos ya de esta manera cuanta humedad, materia insoluble y sal contienen las tierras. Si determinamos la dosis de sulfato de soda que en ellas se encuentran, y restamos del peso primitivo, obtendremos la proporcion del nitrato.

El sulfato se obtiene disolviendo un gramo de la misma tierra en agua caliente, filtrando y agregando a la disolucion filtrada, otra de cloruro de bario.

Por los equivalentes se obtiene la cantidad de ácido sulfúrico, y por el mismo cálculo, el de sulfato de soda (con diez equivalentes de agua) contenido en sal que se ensaya.

MÉTODO DE REICH

Este método, que es el mas exacto, ensayado por H. Rose y Fresenius, consiste en calentar, en un crisol de platino, una parte de nitrato de soda o caliche con cinco o seis partes de arena o cuarzo molido. Se forma silicato de soda: el ácido nítrico se volatiliza, y se determina por diferencia. Conocida la cantidad de este ácido, se conoce tambien la de nitrato.

Se opera así:

Se toma un poco de caliche y se seca y funde a calor suave, y se pesa medio gramo. Por otra parte se toman 2 o 3 gramos de cuarzo molido, despues de calentado en un crisol de platino, y se mezcla con el caliche o nitrato fundido. Se tapa el crisol y se le mantiene por media hora al calor rojo oscuro. Después se deja enfriar, se pesa y la pérdida de peso da la cantidad de ácido nítrico, y por consiguiente la de nitrato de soda contenido en el caliche que se ensaya.

En 100 partes de nitrato de soda químicamente puro hai como se sabe, 63.53 de ácido nítrico y 36.47 de soda.

EL SULFATO DE ALUMINA COMO DESINFECTANTE

¿PUEDE EMPLEARSE COMO DESINFECTANTE EL SULFATO
DE ALUMINA DE TARAPACÁ?

Desde luego debo declarar que mi palabra no es autoridad de ninguna manera en esta delicada cuestión.

Me concretaré solamente a exponer algunos datos y principios elementales de química, que, aunque incompletos, puedan ser de alguna utilidad.

Hai sustancias *antisépticas*, o sean aquellas que sirven para impedir el desarrollo de los fermentos pútridos, y a estas pertenecen las *sales de alumina*, así como también las de zinc, cobre, fierro y principalmente de mercurio; los sulfatos e hiposulfitos alcalinos, los cloruros de bario y de estaño; los ácidos sulfúrico, arsénico, sulfuroso y oxálico; los silicatos y boratos de soda; el ácido cianhídrico y los hidrocarburos de la ulla; la benzina, la naftalina, las esencias olorosas, como la de almendras amargas y otras; los éteres volátiles; los sulfuros y cloruros de carbono; el alcohol amílico; el tanino, el café, el cloral; etc., etc.

Hai otros cuerpos *desinfectantes*, destinados a hacer desaparecer los productos pútridos ya formados, sea oxidándolos o sea clorurándolos, tales son, la ozona y el cloruro de calcio, el carbon, y sobre todo los mangánatos y permanganatos.

Estos oxidan los compuestos sulfurados y fosforados y los destruyen. De igual modo obran el ácido nítrico y algunos nitratos.

El cloro bajo la forma de cloruro de cal o de sodio y el ácido nitroso son excelentes desinfectantes; pero sus vapores son algo dañosos.

La mezcla de ácido fénico con sulfato de alumina es a

la vez antiséptico y desinfectante; pero también casi todos los antisépticos que he designado antes hacen desaparecer en gran parte la putrefacción.

Esta produce amoníaco, y subidiariamente carbonatos y sulfhidratos de amoníaco; azoe, ácido carbónico, hidrógeno, sulfuros de carbono, ácido nítrico, acético, butírico, valérico, etc.; casi siempre al estado de sales amoniacales. Al período de la putrefacción corresponde, según Pasteur y otros eminentes químicos, la aparición de innumerables microbios, los que mueren agregando pequeñas cantidades de ácido.

He dicho más arriba que el sulfato de alumina puede servir de antiséptico y como desinfectante: debo agregar que también haría el oficio de destructor de microbios por ser dicho sulfato eminentemente ácido.

Por la misma razón forma con el amoníaco, sulfato de amoníaco, que se une directamente a gran número de sales, para formar sales dobles; las que no dejarían de producirse en los depósitos de estiércol y deyecciones, si se atiende a su composición; previniéndose de este modo la formación de gases amoniacales metélicos y dañinos.

Según Girardin, el análisis de las materias fecales puede representarse aproximadamente por:

Agua.....	950.890
Materias sólidas.....	41.110
Azoe	8.888
Subfosfato de cal.....	6.857
Potasa	2.075

Según Wehsarg un adulto emite término medio 131 gramos de materias fecales en 24 horas, que contienen 26,7% de materia sólida.

Esta se compone:

1.º De restos insolubles de alimentos no digeridos, sales insolubles y sílice; 2.º de una parte soluble en el agua y en disolventes neutros, que contienen ácido láctico, acético, butíri-

co, azúcar, taurina, como también productos de la alteración de los ácidos biliares, grasa, excretina y algunas sales solubles como fosfatos, cloruros y sulfatos.

Un análisis de estas sustancias pueden representarse por:

Agua.....	733
Partes sólidas.....	267

Las cenizas del estiércol contienen según Porter:

Potasa.....	6.10
Soda.....	5.07
Sal.....	1.33
Cal	26.46
Magnesia	10.54
Oxido de fierro.....	2.50
Ácido fosfórico.....	36.03
» Sulfúrico.....	3.13
» Carbónico.....	5.07

Según A. Gautier, el análisis de la orina da:

Agua.....	952.360
Urea	24.270
Cloruro de sodio.....	10.231
Sulfatos alcalinos.....	3.100
Fosfatos alcalinos y de cal, magnesia	2.199
Materias extractivas y colo- rantes	5.004
Otros compuestos orgánicos	2.004

El sulfato de alumina de Tarapacá consta aproximadamente de:

Ácido sulfúrico.....	42.00
Agua.....	32.00
Alumina	15.00
Soda.....	10.20
Cal.....	0.80

De modo, pues, que la agregacion del ácido sulfúrico al estado de sulfato de alumina de Tarapacá, formaría multitud de reacciones todas favorables para prevenir la putrefaccion en las letrinas y la de las sustancias orgánicas en descomposicion.

No solo formaría sulfato de amoniaco, descomponiendo el carbonato proveniente de la descomposicion de la urea, sino que, en presencia de los sulfatos alcalinos daría sulfatos dobles, como lo tengo indicado; descompondría tambien el sulfhidrato de amoniaco, cuyos vapores son nocivos, y en presencia de los fosfatos de cal formaría sulfatos de cal, y fosfatos doble de amoniaco y magnesia: destruiría las sustancias orgánicas vivas o micróbicas, y neutralizaría de este modo, en caso de aparecer el cólera, el efecto pernicioso de las deyecciones.

Es evidente que el ácido fénico junto con el sulfato de alumina sería lo mejor; pero atendido a que en ese caso el precio de la materia sería muy alto, y que el aseó de la ciudad puede hacerse ántes de que entren en putrefaccion los estercoleros; no diviso ningun inconveniente para emplear solo el sulfato, que podemos obtener en Iquique casi de balde.

Aunque los principios químicos son inalterables, y puede predecirse de antemano lo que ha de resultar de la union de dos o mas sales, conviene de todos modos hacer algunos ensayes antes de ofrecer al público dicha sustancia.

No los he yo efectuado; pero de antemano creo que han de producir los resultados que los principios de química señalan.

Para terminar, he aquí segun Trocussart, una lista de los antisépticos mas conocidos, formada segun su grado de enerjía microbicida:

1.º—Sublimado corrosivo. Se requieren por lo menos dósis de 40 milígramos, que injerida en el estómogo sería venenosa. El hombre no puede soportar mas de veinte milígramos.

- 2.º—El cloro.
 - 3.º—Cloruro de cal a 98º.
 - 4.º—Ácido sulfuroso.
 - 5.º—Yodo, en dosis de 7 miligramos y a 1 por 5,000, según los casos.
 - 6.º—Ácido féuico, de 5 % a 1 %
 - 7.º—Bromo, en las mismas dosis que el yodo.
 - 8.º—Cloruro de zinc.
 - 9.º—Sulfato de fierro.
 - 10.º—Esencia de mostaza.
 - 11.º—Timol.
 - 12.º—Ácido salicílico: 25 gramos en un litro de coñac.
 - 13.º—Borax.
 - 14.—Alcohol.
 - 15.—Esencia de eucaliptus.
-

HUANTAJAYA.

Mina Descubridora.

JEOLÓJIA.

Sin un estudio prolijo, prolongado y paciente, revestido de todas las condiciones científicas que requiere, no es posible llegar a dar solución a los distintos problemas que se presentan en el vasto y difícil campo de los hechos jeológicos.

En esta mina se observan desde la superficie hasta los treinta metros, una serie de capas calizas, que vuelven a reproducirse a los ciento treinta de profundidad, las que contienen algunas intercaladas que se componen puramente de fósiles.

Dominan entre ellos las ostras, al parecer de la especie *acuminata*, característica del grupo oolítico, que como es sabido, constituye, inmediatamente después del liás, la base de la formación jurásica.

A algunas leguas al oriente de Huantajaya, en los cerros que se encuentran en la pertenencia de San Pablo, frente a la oficina Virginia, encontré *terebrátulas* y una especie de *turrititis*, que se hallan también en los depósitos jurásicos y cretáceos; pero, no he tenido ocasión de ver nuevos fósiles; y, siendo el estudio comparado de éstos, el único medio para llegar a apreciar la edad de los terrenos, no podría al referirme a este mineral, designarlos sino en jeneral, y asegurar que ellos son indudablemente secundarios.

¿Cuál ha sido la roca solevantadora o eruptiva que los ha elevado aquí hasta más de mil metros sobre el mar?

Indudablemente el pórfido feldspático. Aparece en la superficie en varios puntos. Puede observársele a ochocientos

metros al sur del pique de esta mina en una extension de mas de cuatrocientos. Asimismo, en los *rajos* de la veta Rosario, y muy cerca del pique de la mina *Constancia*. Tambien se le ve en las pertenencias de la *Piqueños* y en la quebrada que va desde la *Descubridora* al puebl'o de Huantajaya.

Si de la *Constancia* se parte en direccion al cerro de Huantaca, en la costa, se le encuentra en varios puntos, y hasta muy cerca del contacto con las areniscas cuarzosas sollevantadas por el granito rosado de que se compone el cerro nombrado.

He tenido ocasion de estudiar distintas zonas jeológicas de los Andes, ya en sus flancos o en sus altiplanicies, y al pórfido feldspático lo he encontrado siempre constituyendo la roca sollevantadora de períodos jeológicos de inmensa extension.

A su aparicion están secundariamente ligados multitud de criaderos metálicos, y podría llamársele sin exajeracion en esta parte de América, el pórfido metalífero por excelencia.

Aquí, en los alrededores, lo he encontrado en el canton de la Noria, formando como eruptivos aislados, que indudablemente han influido de una manera muy trascendentál, no solo en el relieve del terreno, sino tambien en la existencia y modo de ser de los depósitos de salitre.

En la *Descubridora*, esta roca se intercala como el granito, o mas propiamente, como el *trapp*, entre las capas calizas, y constituye un grueso banco que, comprendido el terreno metamorfizado, alcanza a mas de cien metros de potencia:

No dado un momento de que la existencia de criaderos cupro-arjentíferos, no esté aquí subordinada a la aparicion de éstos pórfidos; como lo están en Caracoles, Lomas-Bayas y en multitud de otros lugares.

Pero, si a ellos se debe la aparicion del metal, tambien en ellos tiene lugar el empobrecimiento de las vetas en esta mina.

Al llegar a la línea de contacto de las capas calizas con

el pórfido, los filones se empobrecen jeneralmente casi del todo (1), y no vuelven a enriquecerse, como en la superficie, sino al entrar de nuevo en los calcáreos inferiores.

Tal pasa tambien en Chañarcillo con una especie pofirica, llamada el *manto verde*, que, intercalándose entre las cales y areniscas, brocea completamente los filones que las atraviesan.

De lo dicho puede, pues, desprenderse que los terrenos de Huantajaya, son secundarios, y han sido levantados por el pórfido feldspático, que es la misma roca eruptiva que ha dado su principal relieve a la cordillera de los Andes. Puede decirse entonces que, en esta parte la influencia solevantadora de los Andes llega hasta el borde del mar.

VETAS.

Segun se ve en el plano, yendo de norte a sur, las principales vetas que se encuentran en la *Descubridora*: son

La Jilgueros,
La Loreto,
La San Simon y Vetilla,
Rosario y San José, y
La San Agustín.

Entre la primera y la última hay una distancia horizontal de ciento ochenta y nueve metros.

El pique de la *Descubridora*, que sé labró sobre la San Simon y Vetilla, dista 55 metros de la Jilgueros, 81 de la Rosario y San José, y 134 de la San Agustín.

Casi todas estas vetas son paralelas, o casi paralelas, y mantean al sur, con raras excepciones.

(1) Esta lei tiene excepciones, por ejemplo en las vetas Rosario y San José, que han dado grandes cantidades de plata, en la superficie, hasta mas de 40 metros, en puro pórfido.

El criadero es casi el mismo, e igual la composición metálica.

Puede pues, decirse, que pertenecen al mismo sistema.

Entre algunas el paralelismo es casi perfecto.

Así, la Jilgueros, tiene como la Loreto N. 61° E.

La San Simon corre con 68° al E.

La Rosario afecta la dirección N. 56° E. casi igual a la San Agustin que es de 55° , y a la de un filon dibujado a la izquierda del plano, que tiene $55\frac{1}{2}^{\circ}$.

La Vetilla corre con N. $33\frac{1}{2}^{\circ}$ O, casi el mismo de una guía que se encuentra en los rajos de Loreto, con N. $86\frac{1}{2}^{\circ}$ O, a los 23 y la veta Blanca, dibujada en el laboreo interior.

La veta Asunta tiene N. 83° O., que puede decirse igual al rumbo de la Vetilla.

En actual reconocimiento y explotación, solo tenemos tres de ellas.

La San Simon o Verde, la Vetilla y la Blanca,

Esta última solo fué cortada en Octubre último, y no tiene mas laborío que dos frontones, y un pique iniciado recientemente.

Fué tomada con la galería de reconocimiento al Norte, metros.

Está formada por varios ramos que llegan a reunirse en un grueso de 50 y 60 centímetros para volver despues a dividirse y separarse.

Es muy poco cobriza. Su criadero es cal, casi siempre cristalizada, y toda ella es metalífera. Con el metal extraído se ha pagado lo menos cuatro veces el valor de las labores corridas.

Es muy manteada, y su inclinación no cambia. Irá a juntarse con la Verde a 20 o 25 metros de hondura, así como tiene que reunirse con ella en dirección, como puede verse en el plano.

La Verde fué dejada atrás por el pique, y hubo de tomarse despues con la cortada a 10 metros de distancia.

Esta veta es muy cobriza en ciertos puntos, y se compone tambien de varios ramos, que a veces se reunen y forman un cuerpo que suele llegar a 70 y 80 centímetros de potencia.

Antes de pasar adelante diré que la llamada Verde en el interior de la mina no es otra que la conocida por la San Simon afuera y al empezar el pique.

Muy poco reconocida se halla esta veta. Yo sigo actualmente sobre ella un pique y un chiflon.

La Verde se reuné a la Vetilla y sigue junto con ella haciéndola cambiar mucho en su rumbo.

En el punto de reunion hemos tomado metal bastante rico, y extraido trozos de plata nativa de cinco y seis mil marcos de lei.

He iniciado sobre esa misma veta una galería horizontal hácia el Este, tanto con el objeto de reconocerla por ese lado, cuanto para buscar beneficio en su empalme con la Blanca.

La tercera veta que explotamos es la Vetilla, que debe su nombre probablemente a su escasa potencia.

Sobre la Vetilla se encuentra el principal laborío, y a ella debemos hasta ahora, el mejor metal.

Solo está reconocida desde los 145 metros hasta los 170 en la vertical. Casi en todas partes lleva beneficio aunque no uniforme, ni en calidad ni en cantidad.

En jeneral, se angosta y se empobrece, para ensancharse y enriquecerse despues.

El punto mas bajo de la mina, es un pique sobre esta veta que lleva metal, y los extremos mas avanzados al Este y al Oeste, son tambien labores sobre la Vetilla, que van en completo broceo.

La distancia horizontal en que en ella hemos encontrado metal, alcanza a cincuenta metros.

Las especies metálicas que se encuentran en estas tres vetas, son: plata cálida en todos sus estados y combinaciones, o sea, cloruros, yoduros y bromuros, puros o combinados; sulfuros de plata o plomo ronco, y plata nativa.

Por excepción, suele hallarse la galena en pecas escasas, y uno que otro punto de piritita cobriza y ferrujinosa.

El carbonato de cobre verde es el compañero inseparable de las especies de plata mencionadas; pero su cantidad no alcanza a influenciar en nada la amalgamación.

Bajo este punto de vista, podría asegurarse que los metales de este mineral son completamente puros.

Existe también junto con los cloruros, yoduros, sulfuros, etc., en las vetas, hasta la mayor hondura que ahora tenemos (170 metros), la famosa huantajayita o lechador, que es un cloruro de plata y sodio, que cristaliza como la sal, en cubos, que tiene su mismo aspecto, y que, sin embargo, da de 11 a 5.6% de cloruro de plata, según Raymondi.

La existencia de la huantajayita, yoduros, cloruros y bromuros en estos criaderos, pone de manifiesto la acción del mar, en relación íntima con los fenómenos eruptivos que les dieron existencia.

Por lo expuesto se ve que las grandes vetas del mineral, la Jilgueros, Rosario y San José y San Agustín, no han sido aun tomadas con nuestros trabajos.

Respecto a la primera, suponiéndola vertical, distaría de la cortada unos treinta y cinco metros; pero como se inclina algo al sur, es probable que la tomemos a los veintidos o veintitres.

En los planes del pique principal, se termina en estos momentos una cancha de trabajo, desde donde deberá empezarse la estocada al empalme de las vetas Rosario y San José. Esta galería no deberá tener menos de sesenta metros, si esos filones mantean también hacia el sur; pero con la labor del Este de la Vetilla, debemos tomar la Rosario antes de los treinta metros, salvo algún accidente inesperado.

Una vez en nuestra mano estos poderosos criaderos habremos dado un paso decisivo para poder apreciar en todas sus faces el porvenir y la importancia de esta mina.

No terminaré esta parte sin decir dos palabras acerca de

la veta Loreto, que, en la superficie, está representada por un enorme *rajo* de seis metros de ancho, ochenta de largo y mas de veinté de profundidad.

La Loreto no ha sido tomada en hondura como se creyó al principio; pero ello se explica fácilmente si se observa que arriba los *rajos* mencionados deben su existencia a varias guicillas que se cruzan en distinto sentido en algunos puntos, y que han impregnado los mantos de metal hasta gran distancia. En profundidad esos débiles veneros aparecen bajo la forma de simples cruceros calizos sin nada metálico, y tan angostos que casi no se advierten.

TRABAJOS.

Siendo todavía muy limitados en el sentido vertical y horizontal (1) debemos sorprendernos de que en tan corto espacio hayan dado algun resultado; pero esto se debe a la bondad de los criaderos, y sobretodo, a la sorprendente concentración metálica en ciertos puntos.

Trabajos de esta especie son siempre de grande aliento. En todas partes, las minas exigen capital, dirección acertada y tiempo. Sin estos factores, o sin cualquiera de ellos, es imposible llegar pronto al resultado apetecido.

Por mi parte, me ha tocado llenar una tarea verdaderamente molesta durante el trimestrè que acaba de pasar. Como puede verse por el corte transversal del pique, esa obra ha sido mal dirigida. Tiene tres o cuatro inclinaciones distintas, y además una anchura mui desigual.

Se siguió hasta 170 metros, sin ventilación alguna, y sin consultarse aun las condiciones de seguridad.

Ha habido que dividirlo hasta abajo para formar corriente de aire, y colocar en el interior puertas de ventilación; y

(1) Este informe se refiere a 1885.

tambien hube de enmaderarlo hasta los noventa metros de profundidad, y fortificar notablemente la enmaderacion primitiva de la parte superior. Se colocaron guías arriba que faltaban, y abajo, en un espacio de 10 metros hasta los planes.

Se mudaron los carros por otros de seguridad, y de mayor capacidad, y poco a poco irán corrijiéndose otras deficiencias que se notan.

Coloqué tambien nuevas escaleras de hierro, que sirvieran de camino a los trabajadores, con plataforma cada diez metros.

Elevé el nivel de la cancha hasta un metro y 30 centímetros, y coloqué rieles y un carro para vaciar el desmonte.

Asimismo hicé poner convenientemente la puerta de salida y el plano inclinado correspondiente para servir a aquel mismo objeto.

La máquina a vapor, aparato indispensable en toda mina de regular hondura y explotacion, aunque funciona correctamente, no es sin embargo del modelo que debiéramos tener.

Una máquina para minas, en lugares como éste, debe ser de conexion directa, sin ruedas dentadas, de expansion y condensacion, y con un tambor separado del otro y fácil de conectarse con él.

Ninguna de estas condiciones llena la máquina actual, y la carencia de alguna de ellas se hará cada vez mas notable. Así, por la disposicion del tambor actual, hai que desenganchar el cable y aumentar o disminuir las vueltas, cada vez que se quiera extraer desmontes de un nivel distinto; lo que hace perder un tiempo precioso.

Respecto a las ruedas dentadas, si llegara a romperse un diente, habría que paralizar los trabajos, y con relacion a la falta de expansion del vapor, el gasto de carbon la hace resaltar diariamente.

Los condensadores que tenemos son de un sistema espléndido; pero tan mal construidos que se pierden diariamente mas de seis barriles de agua por escapes en las junturas.

Los nuevos carros colocados están contruídos de tal modo que, en caso de romperse el cable, quedarían inmediatamente fijos en las guías, y no habría ningun peligro para la enmaderacion ni para las personas.

Tienen diez quintales de capacidad, y, extrayendo despacio, como se hace, se sacan ocho o diez carros por hora, como mínimun.

Como se trabaja actualmente parte de la noche, puede calcularse en 1,000 quintales la extraccion diaria de la mina.

Si reunimos a los gastos de agua y carbon, el sueldo de los dos maquinistas y de llenadores de abajo y vaciadores de arriba, tëndremos que el costo por cada quintal sacado desde una hondura média de 155 metros, asciende próximamente a tres centavos.

Atendido a que recientemente y solo ahora ha podido regularizarse el trabajo interior, no puedo dar datos exactos acerca del costo por metro en las labores; pero en Octubre y Noviembre llegó a 42 pesos, término medio, incluyendo el pago de empleados de adentro y transporte interior.

Ahora que la ventilacion es buena, los barreteros corren doble cantidad de metros, lo que ha permitido rebajar los precios y abaratar considerablemente la explotación.

Mina San Agustín.

Como puede dar mucha luz acerca del porvenir de esta mina, lo que se ha observado en la *Descubridora* del mismo mineral, con que colinda, creo conveniente recordar aquí las condiciones jeognósticas de aquella mina.

La *Descubridora* se halla situada a cerca de mil metros sobre el nivel del mar, y por sus pertenencias atraviesan, entre otras, las vetas Verde, Rosario, San José y San Agustín, que penetran en la propiedad de este último nombre.

Todas ellas han dado metal en la superficie: unas, como la Verde, hasta encontrarse con una capa de pórfido, debajo de los mantos calcáreos y fosilíferos de la superficie, o sea hasta una hondura media de 30 metros; y otras, como la Rosario, San José y San Agustín, que han pintado en el pórfido mismo.

Sin embargo, esta roca brocea o empobrece en jeneral los filones, pues en la *Descubridora*, han pasado a través de ella, en mas de cien metros verticales, en esterilidad completa. Por el contrario, las cales que vuelven a encontrarse de nuevo en profundidad, debajo del pórfido, enriquecen otra vez las vetas.

Al hablar así, no debe olvidarse que este enriquecimiento es puramente relativo, y que está, como en todo criadero metálico, subordinado al modo de ser de los criaderos.

En Huantajaya, estos pintan a manchas, y en zonas determinadas, aunque irregulares; pero, la lei de los meta-

les hace que este mineral pueda, así y todo, considerarse como uno de los mas importantes que se conocen.

El pórfido ha sido en Huantajaya el agente esencial de la produccion metálica: a su erupcion se debe la formacion de las vetas, y los fenómedos de mineralizacion que les son inherentes.

A mil metros al sur del piqué de la *Descubridora*, en el plan del cerro y en el camino que va al pueblo de Huantajaya, pueden observarse las rocas porfídicas a que me refiero, y que, desde allí corren hácia el norte, sollevantando las capas sedimentarias, y estendiéndose en distintos puntos en la superficie.

Por el Oesté, otra erupcion llega hasta la Constancia, y por el Nor-Este y el Este, se le ve tambien aparecer en varias partes.

Pero, refiriéndome a la que ha dado lugar directamente a las modificaciones jeognósticas en esta seccion de la *Descubridora*, diré que la corriente porfídica ha inclinado los mantos hácia el Nor-Oeste, y se ha intercalado en ellos en distintos puntos, formando ya una gruesa capa esterilizadora de 100 metros de pertenencia, ya un simple manto de uno a dos metros de grueso. En otros lugares aparece en forma de ondulacion o cuña, que se atraviesa en poca extension por una galería horizontal o vertical.

El espacio que abarca esta erupcion, que llamaré del sur o de la *Descubridora*, es, a lo ancho, unos ochocientos o novecientos metros; de tal modo que, en la parte baja del cerro, a ámbos lados de esta zona, el pórfido no aparece sino accidentalmente, en diques mas o menos aislados.

Tal es lo que he observado en las minas antiguas, por el Este, y en la *San Agustin* por el Oeste, lo que el cróquis adjunto pone de relieve.

En él puede observarse el interesantísimo fenómeno de que, en las minas viejas, el terreno de acarreo es posterior y muy moderno.

La mina *San Agustín* se encuentra cien metros mas baja que la *Descubridora*, a contar desde la boca de pique de ambas minas. (2)

Como el de la primera, que es vertical, tiene una longitud de ochenta metros, resulta que los planes de ámbas se encuentran actualmente al mismo nivel, o sea a una hondura de 181 metros.

Pero, en la *San Agustín*, las labores descienden en algunos puntos hasta ciento treinta y nueve metros, lo que hace que, relativamente esta mina tenga cincuenta y nueve de mayor hondura que la *Descubridora*.

A partir de la superficie, el pique ha atravesado una serie de capas calizas estratificadas, que solo se interrumpen abajo en muy corto espacio por pequeñas intromisiones porfidicas, en la parte actualmente reconocida de la mina.

En la boca-mina se observan *rajos* en la superficie, que acusan la existencia de metal en otro tiempo; pero, penetrando en el interior, se ve que las vetas no tardan en empobrecerse hasta los sesenta metros próximamente.

A esta hondura, y en las labores de avance hácia la *Descubridora* que llevan ya 155 metros horizontales, aparecen los primeros puntos con metal.

El criadero de estas vetas y las distintas especies arjentíferas que lo enriquecen, son exactamente iguales a las de las demas minas de Huantajaya.

Asi, el plomo ronco o sulfuro de plata, la plata cornea o sean cloruros, clorobromuros y yoduros de plata, la huantajayita o lechador, o sea el cloruro doble de plata y de sodio, el yoduro arjentífero y otras especies, envueltas en una ganga caláarea y acompañadas de carbonatos cobrizos, se extraen actualmente de *San Agustín*, de los puntos que he marcado en el plano. Como se ve en el mismo plano, hay tambien metal en el plan de un pique inclinado central, en la misma

(2) Esto se refiere al año de 1885.

hondura del señalado anteriormente; de modo que puede esperarse que en toda esa zona aun no reconocida, de cincuenta metros horizontales por 30 verticales, tambien lo haya.

Queda despues un enorme espacio en que aun nada se ha hecho, que corresponde en profundidad al anterior, y que indudablemente debe contener metal.

El comun que saqué de varios puntos, me dió una ley de mas de doscientos marcos, lo que me permitió calcular en un pequeño espacio y en esa fecha una existencia de 30 mil pesos por lo menos.

Abrigo la conviccion de que haciendo reconocimientos en hondura y trabajando con regularidad, la *San Agustin* será una de las minas mas importantes del mineral.

Ademas de la veta San José, que tiene desde la boca-mina, tiene tambien en su línea de aspas norte, la veta Rosario, y con seguridad, la *San Agustin*, que, talvez se junta con la San José en la misma boca-mina, o mui cerca de allí, y marchan reunidas.

Atraviesa tambien por la pertenencia, la veta Cármen, que lleva un rumbo aproximado de E. a O., y que es igualmente un criadero metálico.

La *San Agustin* es paralela con la Rosario, y tienen un rumbo igual de 55° a 56° al O., y forma un ángulo de 10° con la San José, cuya direccion es N. 45° O.; de tal modo que se junta con ella, y es indudable que el laborio actual de la *San Agustin*, es decir, de la mina de este nombre, va sobre ámbas vetas.

La San Simon y Vetilla, que van unidas hácia el Oeste, si no son modificadas en su recuesto por la Rosario que se interpone, deben entrar tambien a la *San Agustin* en profundidad; atendido a que la Vetilla, en la hondura del plan del pique de esa mina, o sea 181 metros en la *Descubridora*, mantea 50 % hácia el sur.

A la mina *San Agustín* le está subordinadas la *Union*, que colinda con ella por el Oeste, y que tiene sus mismas vetas; la *Cármen*, medida sobre el criadero de este nombre, al Norte; la *República*, al Sur, sobre una veta paralela a la de la *Cármen*, con R. S. 88° O, y, por último, la *América*, que contiene otra del sistema de la *Rosario* y *San Agustín*, o sea de $N \cdot 56^{\circ}$ E.

Todas estas pertenencia están sin reconocer, y pueden trabajarse por un pique central, que sería el actual, agrandado y modificado, de la *San Agustín*.

Este pique deberá ensancharse hasta darle una sección de tres metros por dos, y prolongarse hasta trescientos metros verticales, desde luego. Deberá proveérsele de guías o rieles y de grandes carros. Una máquina de vapor o de aire caliente de veinte caballos de fuerza, serviría de motor para la extracción.

A distintos niveles, a 20 o 30 metros, se abrirían galerías de reconocimiento en todo el largo de la pertenencia principal, que servirían a la vez de galerías de acarreo y circulación, y estarían enrielladas.

De puntos bien determinadas partirían cortadas de reconocimiento a las demás minas, de donde arrancarían los laborios parciales, según que se fueran cortando vetas que merecieran la pena de explotarse.

Como se ve, el grupo de la *San Agustín*, está destinado a trabajos de gran desarrollo e importancia, y por formar parte del mismo sistema, bajo el punto de vista geológico y geognóstico, del resto del mineral de Huantajaya, de donde se han extraído enormes cantidades de metal, promete corresponder de igual modo que las minas a que me refiero, a los trabajos que en él se emprendan.

Soy de opinión que para llevarlos a cabo y responder al fin de una explotación arreglada y económica, y tomando en cuenta la instalación de máquinas, edificios, etc., podría gastarse hasta la suma de sesenta mil pesos; pero es muy pro-

bable que la misma mina *San Agustin*, produzca con sus primeros metales, lo necesario para cubrir estos gastos.

Por lo demas, me refiero al plano interior de esta mina y al exterior del grupo, que pueden acabar de ilustrar sobre la materia.

YABRICOYA.

Yabricoya. (1)

El establecimiento de este nombre se halla situado a dos leguas de la meseta de Coluntucsa, que se eleva a 16000 sobre el mar, y por la que pasa un camino a Bolivia.

Yabricoya se encuentra a los 12,400 pies próximamente, y las minas mismas, a una altura de mas de 13,000.

Las vetas, que son numerosas, se han abierto paso en una formacion sénitica, que principia allí mismo, que se encuentra en contacto inmediato con los pórfidos de las cumbres, y que se extiende hasta Pila, Jauja y Macaya, unas seis o siete leguas hácia el oeste.

La sienita aparece en los Andes en erupciones aisladas y subordinadas sin embargo a las masas porfiricas, que han sido el agente principal del solevantamiento de las Cordilleras.

He observado la sienita en los alrededores de Copiapó, donde aparecen vetas de cobre y galena; en Caracoles, en el cerro de la Fortuna, donde existen filones arjentíferos; en los cerros de la Caldera, o mejor dicho en los de Tingo Grande y Cerro Verde, alrededor de Arequipa, donde constituyen una gran formacion mineral. Con ella han salido allí vapores metálicos de cobre, y se han formado depósitos de secrecion que contienen galenas platosas, especies cobrizas y aun auríferas.

Tambien la sienita aparece cerca de Corocoro en el cerro de Miriquiri, elevándose a mas de 14 piés sobre el nivel del mar; y en Morococha, constituye la roca eruptiva que ha dado

(1) Este informe se refiere al año de 1885.

lugar a la gran cantidad de criaderos metálicos explotados en esa rejion.

La sienita de Morocoha se halla hasta la altura de 16 mil piés. Subordinada como he dicho a las apariciones porfididas, ha precedido la erupcion traquítica como puede verse en todas partès en los Andes.

Es una roca esecialmente metalífera, y casi puede asegurarse que a su aparicion se halla siempre subordinada la existencia de uno o varios lechos metálicos

Las galenas y los sulfuros cobrizos, son esencialmente sieníticos, sin que por esto se quiera decir que no existen estas especies en otros terrenos.

En Yabricoya hai vetas de Este a Oeste y otras con rumbos al N.-O., y casi todas son platosas.

Tambien se encuentran en esas cercanías mantos cobrizos, con sulfuros de cobre y otras especies de este metal.

MINA ROSARIO.

Las pertenências del Sr. Mendizabal son ocho de 200 varas cada una, entre las que se cuenta la mina de que me ocupo, que tiene 400 varas.

La atraviesa una veta con R. N. 60° O.

La toma a los 66 metros un socabon que tiene una longitud de 209.

Del socabon para arriba la veta ha sido explotada casi en su totalidad por los antiguos poseedores, que han extraido los metales pacos que se encuentran siempre en la partè superior de estos criaderos.

La ganga del filon es en jeneral cuarzosa, pero se encuentra a veces en ella algo de sulfato de barita. Su estructura es encintada, y se observan en él fajas cuarzosas y ferrujinosas paralelas en que se hallan diseminadas las especies metálicas de plata, que afectan tambien una disposicion en fajas. Dichas especies no son otras que la galena, el carbonato de

plomo, la blenda y el bronce arjentífero; y tambien como excepcion los clorobromuros de plata y la plata nativa.

Las partes metálicas se encuentran en manchas mas ó menos aisladas, mas o menos potentes é irregulares. A veces se presentan en una extension de 20 a 40 metros enriqueciendo aquí o allí la veta, y en otras ocasiones esta permanece completamente estéril en grandes distancias.

Casi en el remate del socabon hai un pique iniciado de dos a tres metros. Tanto allí como en el pique, el filon tiene un ancho de 50 a 60 centímetros y aparece compacto.

Un comun de esos puntos, la parte mejor, me ha dado una lei de 35 diez milésimos, o sean 35 marcos en cajon de 50 qqls.

No hai, pues, en esta mina trabajos que puedan constituir la base de una empresa industrial que dé inmediata utilidad: no hai labores ni campo de explotacion formado, ni metal a la vista ni aun el aproximadamente necesario para iniciar una fundicion. Por otra parte, la ley actual de los metales no costearia su acarreo a la costa.

Para poderse dar cuenta de la importancia verdadera de esta mina, debería por lo menos tenerse reconocidos unos ochenta o cien metros verticales, y preparados macizos en una extension horizontal mas o menos parecida. Solo así podria juzgarse de una base seria y de importancia que diera lugar a la formacion de un trabajo industrial de alguna consideracion

MINA SANTA ISABEL.

Se halla sobre la misma veta anterior, y la toman con un socabon de 30 metros.

El nivel de esta mina es superior en 300 pies a la *Rosario*

En cuanto al rumbo N. 60° O., y manteo, 45 % al N. E., es el mismo en ambas.

Tambien toda la parte superior ha sido explotada y rellena despues con atierros.

Donde la veta se brocea, se ramifica y se hace arcillosa, y donde los ramos se juntan y el criadero se vuelve cuarzoso, aparecèn las especies metálicas iguales a las de la *Rosario*.

Désde el socabon hasta los planes hai 38 metros verticales. Allí la veta se encuentra en 60 centímetros de grueso, y en parte se halla compuesta de pacos y en parte de metales sulfurados, entre los que se ve el sulfuro de antimonio. En esta mina se ve algun trabajo preparatorio de explosion y hai dos macizos casi formados de ocho metros por ocho.

He sacado muestras que se presentan el comun del metal a la vista en la veta, y he obtenido, del metal sulfurado, doce marcos, igual lei a la que han dado los pacos en la misma.

Los metales de Yabricoya son en jeneral de difícil fundicion. Podrían beneficiarse por el método de Freyberg, es decir calcinar con sal y amalgamar despues. Parecé que esto se ha intentado hacer allí, porque existen en el establecimiento, a la par que dos barriles de amalgamacion, algunos hornos de reverbero de calcinacion; pero no sé que resultado se habrá obténido, ni que procedimiento se habrá adoptado.

Tambien ví allí seis pisones de quebrantar y un pequeño jenerador de vapor, y tambien un trapiche para moler en seco.

Estas máquinas se mueven con una ruenda hidráulica de fuerza de 15 a 20 caballos; pero la cantidad de agua es insuficiente, sobre todo en invierno, que se conjela casi toda.

CERRO DE PILA.

Mina *Cármén*.—Se halla a una legua al Este de la *Rosario* y a una altura de 12,700 piés.

El criadero es allí un gran manto de cerca un metro de potencia encajado en una roca sienítica igual a la de Yabricoya.

Las gangas son cuarzo y sulfato de baritá, y el rumbo de la veta N. 46° O. con manteo de 100 % al N. E.

Las especies metálicas diseminadas en él son blendas,

bronces y galenas, que se encuentran en el filon formando manchas mas o ménos extensas. Está reconocida esta veta por tres socabones de 130 a 150 metros de longitud. El inferior se encuentra en mal estado y con derrumbes en varios puntos. Está como los otros sobre la veta, que aquí no tiene casi metal en él. Lo tiené sí en un pique de poca hondura que se halla en su interior y del que se había extraído el metal que encontré en cancha. Un comun de este metal me dió cinco marcos en 50 qq s.

Desde éste socabon para arriba, hasta 70 metros, se ha explotado la veta antes de ahora, beneficiándose probablemente los metales pacos y de mejor lei que allí se encontraban.

No hai tampoco aquí base industrial de utilidad inmediata para una negociacion de minas, y habría que empezar por labrar en hondura un pique y galerías correspondientes para reconocer el criadero y ver si la ley aumenta en profundidad.

JAUJA.

A cinco leguas al Nor-Oeste de Yabricoya, se encuentra la mina de este nombre, en la misma formacion sienitica de que ya he hablado.

Su altura sobre el mar es 10,600. Sus metales, galena y carbonatos de plomo.

Su ganga, esencialmente ferrujinosa.

El rumbo de la veta es N. 30° O., con inclinacion de 25° al N. O. Su potencia llega a veces a un metro.

Hai sobre ella un socabon de 110 metros, y al lado, a su entrada, un chiflon de 45 metros de longitud y 20° de tendimiento.

El socabon está casi todo en completo brocèo, con excepcion en ciertos puntos derrumbados donde parece se hubiera extraído metal del ciclo.

Tambien aparece metal en el chiflon, como a los 18 me-

tros de la boca, en manchas que tienen medio metro de grueso, término medio.

He ensayado un comun de estos metales, y obtenido veintitres diez milésimos.

Por esto podrá verse que esta mina se halla mas o mènos en las mismas condiciones que las anteriores, y a ella se aplican las observaciones que acerca de las otras hé tenido ya ocasion de hacer.

Por el lugar en que se encuentran estos minerales, por la necesidad de énmaderar en muchos puntos las galerias, y de extraer de otros el agua que los invade; por el modo de ser de las vetas y por la naturaleza del beneficio que requieren estos metales; se comprenderá que, en caso de formarse una sociedad para explotarlos, será de gran valor una direccion hábil y apta para esta clase de negocios.

Estas mismas condiciones demuestran a la vez que no podría formarse nêgocio ninguno de importancia, sin gastar antes 30 o 40 mil pesos en reconocimientos para comprobar la continuidad de los mêtales en hondura.

Como allí todo es escaso y difícil, aparte, como ya he dicho de una buena direccion, se necesitaría una fuerte suma para explotar y beneficiar esta importante zona mineral; prévios, los reconocimientos necesarios de que he hablado.

HUATACONDO.

Huatacondo.

Desde las cumbres mas elevadas de la Cordillera, se desprenden hácia el Oeste multitud de ramificaciones secundarias y terciarias, que forman entre sí numerosas y profundas quebradas que llegan con mayor o menor declive hasta la pampa del Tamarugal.

Las cimas de la cadena principal, de éste inmenso cordón de piedra, se elevan, término medio hasta 17 o 18 mil pies ingleses y dejan de trecho en trecho depresiones o *pasos* de uno al otro lado, cuya altura sobre el mar es jeneralmente de cerca de 14 mil pies.

Ellas constituyen el orijen de las quebradas y transversales, que mueren en la pampa a una elevacion de cuatro a cinco mil.

Las quebradas principales en la Provincia de Tarapacá, a contar de Norte a Sur, son las de Camarones y de Chiza, de Camiña y Tiliviche, de Aroma, de Tarapacá, de Mamiña, de Tasma, de Chacarilla y de Huatacondo.

Cada una de ellas, a medida que se acercan a su orijen se dividen y subdividen, del mismo modo que los arroyos y torrentes que corren en su seno, y que primitivamente las han formado.

Algunas como las de Camarones y Camiña, llegan hasta el mar: las demas, desembocan y se pierden en la pampa.

En épocas de lluvias torrenciales en la Cordillera, grandes avenidas rellenan esos cances, y entonces invade la llanura una inmensa masa de agua, que trae en suspension légamo y arcillas, y que arrastra cascajos y cantos rodados, que se depositan sobre las estratas anteriormente formadas por

un prosésio igual, y que a través de los siglos han concluido por rellenar esos sitios y darles el aspecto y forma de planicie que ahora tienen.

La mayor parte de esas quebradas, si no todas, tienen agua en su origen, y otras la llevan solo hasta cierta distancia. En este caso se filtra hasta las capas inferiores del terreno, y contribuye a la alimentación del agua que existe a mayor o menor hondura en toda la pampa del Tamarugal.

La quebrada de Huatacondo corre, como todas las demás, próximamente de Este a Oeste, y se halla casi a los 21° de latitud Sur, mas o menos la misma que Pabellon de Pica, en la costa.

En esa latitud, la pampa tiene en el punto denominado Cerro Gordo, que es aproximadamente su parte media, una altura barométrica de 3,400 pies. A cuatro leguas mas al Oriente, ese nivel llega a 3,600, y a igual distancia en la misma direccion, o sea en el punto en que la llanura termina, alcanza a 4,000 pies. Desde este punto (Chipana), sube rápidamente hasta el borde de la quebrada de Huatacondo, a 6,550 pies, que tiene allí cuatrocientos cincuenta pies verticales de hondura, y que sigue su curso hacia la pampa hasta desembocar en ella algunas leguas mas al Sud-Este.

El fondo de la quebrada tiene en ese punto 6,100 pies de elevacion o sean 2,700 mas que el nivel medio de la pampa.

Las perforaciones hechas en Cerro Gordo han demostrado que la composicion del subsuelo, hasta 30 metros es la siguiente:

Arenisca arcillosa,
Arcilla muy pura y blanca,
Arcilla amarilla,
Arcilla con arena,
Arcilla con cantos rodados y yeso,
Arcilla amarilla, ferrujinosa;
Yeso.

La primera capa arenosa, es de 17 metros de potencia.

En otros puntos de la pampa, se ha encontrado mas o

menos la misma composicion, con la diferencia de que, en perforaciones de mayor hondura, hanse descubierto depósitos de acarreo y otros semejantes a los ya citados, en que yacen restos de alfareria y otras muestras de la industria del hombre.

En el corte de la quebrada, se destacan las distintas capas del terreno con toda precision. Arriba existen fajas de conglomerados recientes de doce y mas metros de espesor, interrumpidas por otras mas angostas de traquita que descansan sobre depósitos de *pudingas* y conglomerados mas antiguos, cuya composicion es semejante a las rocas de que traen su orijen, que son principalmente las sienitas.

Por último en la base del corte, se observan potentes depósitos de conglomerados modernos de muy reciente data.

Si se sube por el fondo de la quebrada, que escasamente tiene en ese punto cien metros de ancho, no se tarda en encontrar vejetacion y agua corriente, sobre todo en los lugares en que la extension del terreno y el declive han permitido el cultivo.

A tres leguas mas arriba se encuentra Tiquina a 6,630 pies despues el pueblecillo de Huatacondo a 7,450, y mas allá todavia, Igua a 9,030. Aquí termina la vejetacion, y aunque viajo en pleno verano, encuentro las aguas conjeladas en el camino que media entre Ygua y Copaquiri, punto mineral que se halla a 11,130 pies sobre el mar. Entre Tiquina y Copaquiri solo hay ocho leguas, y su diferencia de nivel alcanza a 4,500 pies o sea mas de 500 pies por legua.

En Copaquiri todo es traquítico, y los cerros que forman en ese punto la quebrada, elevan hasta grande altura sus cúpulas y sus picos, compuestos de esta misma roca que se derrama y corre en capas de todos colores hasta los niveles inferiores en que aparece la sienita.

Desde Copaquiri al Oriente, la pendiente se hace mas y mas abrupta, las traquitas mas y mas elevadas, los picos y agujas mas y mas agudos, hasta llegar a la cima del cordon longitudinal.

Desde Copaquiri al Occidente, la traquita continúa unas tres millas, para sustituirse con los cerros sieníticos mas antiguos, que cubre y envuelve con sus capas de colores blanquecinos o rojizos.

Las sienitas solevantan cerca de Igna una serie de estratas metamórficas compuestas de cuarcitas y jaspes y de delgadas fajas de esquista pizarreña. En la base de los cerros sieníticos, descansan desde miles de años, gruesas capas de *diluvium*, de treinta a cuarenta metros de espesor, compuestas de arcilla con incrustaciones de piedras angulosas de todo tamaño, que se hallan colocadas sin órden ni arreglo alguno.

Tanto las cimas cuarzosas, como las de sienita misma que las ha solevantado, se elevan a una altura que no bajan de catorce a quince mil pies. Existen aquí estratas metamórficas de todos colores; abundan las rojizas, y las hai tambien verdes y negras. Esta série estratificada continúa hasta cerca del pueblecillo de Huatacondo, donde la interrumpe una poderosa corriente de traquita, que a la vez que altera su inclinacion, la horada en algunos puntos, y la cubre con una capa mas ó menos horizontal.

Mas abajo cerca de Tiquina, las traquitas se ecuentran sobre potentes depósitos de conglomerados antiguos (pudingas), en cuya base se observan capas de terreno de acarreo de composicion sienítica, derivados evidentemente de la formacion de este nombre que existe mas arriba.

Estos terrenos de acarreo aumentan mas y mas a medida que nos acercamos a la pampa, hasta formar, ya he dicho, murallas verticales de 450 pies de profundidad.

Esta somera descripcion, agregada a las que en otro lugarhe hecho, acabará de dar una idea mas clara de la jeolojía y orografía de esta interesantísima seccion de nuestro territorio, de la provincia de Tarapacá.

VIAJE A CARANGAS.

Viaje a Carangas (1)

I

Varios son los caminos que pueden elejirse para llegar desde Iquique hasta Carangas. Puede tomarse la ruta de la Noria a Pica, llegar a la meseta de las cumbres y dirigirse al norte directamente; o bien seguir el camino de Yabricoya que es el mas alto, o dirigirse por la quebrada de Mamiña hasta el nevado de Cancosa, y tambien por la de Tarapacá.

Nosotros tomamos mas al norte, y atravesamos la pampa en direccion N. E., hasta llegar al valle de Camiña, despues de recorrer diezisiete leguas con un sol abrasador.

La pampa no es en ese tráyecto lo que puede creerse o lo que significa su nombre quichua, es decir, una llanura unida, dura, sin obtáculos. Desde luego, bordeando los cerros del salitre, se encuentran en una latitud de mas de una legua muchas veces, grandes salares que forman costras designales, durisimas, que debén evitarse a cualquier precio. Despues, el piso es arenáceo, lleno de guijarro, donde los animales se gastan con facilidad; y, por último, esta llanura está cortada por todas partes, de este a oeste, por barrancos y quebradas que hay que salvar.

Desde 1,065 metros de elevación sobre el mar, altura de Agua Santa, ascendimos hasta mas de 1,200 en el límite de la llanura con los primeros cerros del Oriente y antes de bajar a la quebrada de Camiña.

Su plan en el punto en que se descende tendrá unos doscientos metros de desnivel con los bordes superiores. En el fondo corre una mezquina cantidad de agua que se absorbe completamente un poco mas abajo.

(1) Año de 1885.

Sin embargo, desde ese punto hacia arriba, o sea remontando el curso del arroyo, el agua aumenta y permite cultivar el terreno en casi toda la extensión de ese angosto valle.

Allí se produce principalmente la alfalfa que se transporta en borricos a las oficinas salitreras donde se vende a un peso ochenta centavos o dos pesos el quintal.

La segunda jornada se hace hasta Camiña, aldea que da el nombre al valle y que está situada casi en su cabecera.

Su altura sobre el mar es de 1835 metros, y dista ocho leguas de Calatambo, que fué el término de nuestra jornada anterior.

El corte formado por el valle, que geológicamente no es sino una grieta producida a través de los tiempos, por el paso continuo de las aguas, está compuesto de terreno de acarreo desde que descendimos a él hasta más allá de Calatambo.

Después, aparecen mezclados con los conglomerados y arenas cuaternarias y modernas, capas de traquita, ya en estratificación concordante, ya discordante con las rocas de la base. Algunas de ellas tienen hasta cien metros de espesor.

Frente a Jaiña, entre Calatambo y Camiña, tuve ocasión de observar una roca eruptiva oscura, compuesta de cuarzo cristalino, feldspato y anfíbola, o sea una verdadera sienita cuarzosa.

Cerca de allí se ve otro cerro compuesto de pórfido feldspático.

Las traquitas los cubren siguiendo las sinuosidades de la superficie o rellenando las desigualdades del terreno, o bien se hallan en algunos lugares en estratas más o menos horizontales.

En Jaiña, como en los alrededores de Arequipa, como en los flancos accidentales de muchos puntos de Los Andes, estas traquitas parecen provenientes de deyecciones volcánicas, o mejor, plutónicas modernas muy posteriores al pórfido feldspático y a la sienita.

En jeneral se componen de una masa porosa y liviana de feldspato, con cristales de cuarzo y hojillas de mica.

Todo el camino en este valle se hace por laderas labradas en los cerros que lo limitan, que si bien se prestan mucho al estudio del suelo, son en algunos puntos resbaladizas, estrechas y peligrosas.

De Camiña se sube una legua mas, aguas arriba, y en seguida se trepa por una cuesta pedregosa y difícil hasta lo sumo, á alturas cada vez mayores, camino de la Cordillera.

Mucho conozco Los Andes; mucho los he recorrido; pero nada hay comparable a lo difícil y escabroso de esto que se llama camino.

Recorre una formación sienítica cuarzosa, por ocho o nueve leguas, y no hay punto donde las piedras de todas dimensiones no intercepten, interrumpan o entorpezcan la marcha. Y es lástima que esto suceda. La ruta de Camiña es la mas corta a Bolivia, con un buen camino el viaje seria cosa de poco momento, y el tráfico no dejaría de ser considerable.

A propósito, los pobladores del valle, que son todos nacionales del Perú y Bolivia, se quejaban, á mi paso por allí, del decreto del presidente de esta última República, por el que prohíbe toda interuación a Bolivia que no se haga por Arica ó Antofagasta.

Y se quejaban con razón. No conozco un decreto ménos cuerdo y mas sin objeto.

Si él no ha tenido otro motivo que el de fomentar el contrabando, bien dictado está porque nadie lo respeta, y cada uno hace lo que le conviene.

Y esto, por la razón obvia de que en los cuatro o cinco pasos que hay al sur de Arica, y frente a Pisagua e Iquique, no hay guardias, ni aduaneros, ni vigilancia de ninguna especie. Es un mero decreto de papel, que tiene todos los inconvenientes de las ordenes sin sanción, y que carece de toda ventaja.

Es cierto que nadie impide el trafico, ni nadie decomisa

mercaderías; pero no hay corregidor de poblacho boliviano que no se crea con autoridad para imponer derechos á las mercaderías que pasan, cualesquiera que ellas sean.

Continúo con mi viaje. A medida que el terreno sube, la sienita cuarzosa se vuelve mas y mas feldspática hasta convertirse en pórfido y después en traquitas.

Las capas de esta roca se hallan hasta una altura de 12 mil y mas piés, y afectan a veces la forma de prismas mas o menos regulares. Lo mismo se ve en el paso de La Paz a Tacna casi a igual elevación sobre el mar.

La vegetación en esas elevadas regiones se compone de *tola*, pequeño arbusto leñoso, de color verde de puerro, y que se le halla a cierta altura en Los Andes, en todas partes.

Lo he visto en una llanura que se extiende al Oeste de Corocoro, en el Norte, a trece mil piés sobre el mar, y también en los alrededores de Uspallata, en el Sur, á una elevación de siete a ocho mil.

Aquí, en esta latitud sube hasta catorce y mas mil piés.

La acompaña la *queñua*, árbol también de cordillera, que en estos puntos es raquítico y enfermizo, y que se encuentra a la misma altura que la *tola*. Lo he observado en Tarma, en el camino de Lima a Jaaja, a once mil piés, y a igual elevación en el Rayo entre Arequipa y Puno. En los alrededores de esta ciudad, y cerca del Titicaca, crece también, y vive allí á una altura de doce y trece mil piés.

«Olivo de la sierra» se le llama en Perú a este árbol, único que se encuentra en esas elevadas mesetas; y, en realidad, se parece de léjos al olivo por su forma y color, por mas que sea un árbol leñoso y que no dá frutos. Su madera, aunque torcida, es resistente; dá un excelente carbón y se la emplea con ventaja en la fortificación de las minas.

Cuando llegamos a la altura de trece mil piés, encontramos las primeras muestras de yareta. Es este un vegetal interesantísimo.

Lo he observado con suma atención en varias partes ele-

vadas de Los Andes, desde su origen hasta su completo desarrollo.

Al principio no es sino una mancha verdosa que aparece en la superficie de una piedra.

Esa mancha se agranda después, y crece en espesor, de tal modo que toma una forma convexa. La componen una serie de filamentos leñosos, huecos, que por su posesión podrían compararse a las prismas que forman la sección de un panal de abejas. Sobre la primera serie de estos pequeños pilares, crece otra, y otra, hasta que toma el vegetal, primero la forma de un hongo de grandes dimensiones, y después la de un riñón de tamaño colosal, que llega a tener a veces uno y mas metros de diámetro.

Esta planta original es muy resinosa, y se la ve siempre cubierta de lágrimas de goma. También da flores, que son pequeñas, y apenas adheridas a la superficie verde de la yareta.

Es un excelente combustible. Arde con poca llama, da mucho calor; pero da a la vez mucha ceniza.

Me han asegurado que es muy lenta en su desarrollo, y que tarda, treinta y cuarenta años, antes de tomar un volumen considerable.

Sobre la yareta he visto plantas de tola, que se alimentaban en su seno como en la tierra misma; y también he notado que crecían sobre ella manojos de paja silvestre, que se produce en las mesetas elevadas de Los Andes, y que constituye el único alimento de los ganados de toda especie que allí viven.

Esta paja es igual a la que cubre las pampas Argentinas, y que sustenta millones de animales, y no deja de ser extraño que la misma planta se encuentre en alturas tan desiguales, y en condiciones de temperatura tan distintas.

También es cierto que esta fuerza de resistencia para conservar la vida en medios tan diferentes, la he observado igualmente en el reino zoológico, en los avestruces, que he visto pa-

sar á través de la paja y de la tola que cubrían una depresión del terreno, a la altura de 12,400 piés sobre el nivel del mar.

Sabido es que la avestruz ha sido considerado como animal de llanuras bajas, y que su patria natural parecen ser las dilatadas y extensas de la República Argentina, y las tierras que se encuentran en la extremidad sur del Africa, en el cabo de Buena Esperanza.

Un par de estos animales vale en este punto cuarenta libras y es un gran negocio crearlos y explotar su pluma. En Mendoza he visto que también se hace lo mismo con muy buen resultado, y sería de desear que en Chile se tratara de fomentar esta lucrativa industria.

De Camiña a Anque (13,000 piés), hay catorce buenas leguas.

Una inmunda choza, mitad cocina, y mitad no sé qué, fué nuestro alojamiento en el punto indicado. Allí el frío hace bajar el termómetro hasta muchos grados desde cero (2).

Muy sorprendido se manifestó el arriero de encontrar hecha trizas una botella que había llenado de agua cristalina al llegar, y que guardó cuidadosamente dentro de la cabaña. No había contado con el descenso de temperatura, y menos tomado en cuenta el quinto de aumento en el volúmen del agua al congelarse.

Son tan irresistibles las fuerzas de la naturaleza, y sus leyes tan inexorables, que unas cuantas gotas de agua al convertirse en hielo dentro de una roca, puede dividirla en dos o mas partes, por grande que sea. Y así se explica ese extraño aspecto que presentan algunas, que se ven agrietadas, rasgadas, destruidas, como si un gigantesco ciclope hubiera golpeado sobre ellas.

Al lado de nuestro miserable alojamiento se eleva un cerro pequeño, formando estratas mas o menos horizontales de una verdadera *grawwacke*.

(2) A veces a más de 20 bajo cero.

Como lo bárbaro del nombre puede parecer extraño diré que esto no es otra cosa que una pasta compuesta de pequeños granos de cuarzo y algo de arcilla, con hojitas de mica, y que contiene además menudos fragmentos angulosos de otras rocas.

Si se supone esta mezcla sometida a una fuerte temperatura, se tendrá una idea bastante exacta de la roca a que me refiero. Su masa es eminentemente cuarzosa, y las capas que la constituyen se encuentra inmediatamente en contacto con los pórfidos feldspáticos que la rodean.

Además del frío me visitó esa noche en Anque, un antiguo conocido de las Cordilleras, el *soroche*. En Chile la llaman *puna*, que quiere decir *altura* en quichua, para indicar probablemente que es en las altas rejiones donde aquel enemigo se guarece.

Esta enfermedad es terrible en sus efectos, aunque generalmente no trae malos resultados. Sin embargo, en algunos casos, suele ocasionar la muerte.

Se siente fiebre, falta de apetito, cansancio, y a veces náuseas. Las pulsaciones llegan hasta 130 y mas por minuto: laten las sienas, y uno oye en sus oidos el ruido de la sangre que se agolpa, como si se acabara de correr un grande espacio a toda prisa.

A cierta altura, la presión atmosférica es mucho menor, y así como los pescados que viven a cuatro o seis mil metros de profundidad, mueren apenas se les asciende hasta la superficie del mar; del mismo modo, el hombre muere por asfixia, si se remonta hasta las mas sutiles capas de la atmósfera.

Uno de los areonautas que subió hace un año en globo hasta ocho mil metros, pereció, y otro salvó con dificultad.

Acostumbrados a respirar una atmósfera densa, nuestros pulmones buscan con ansiedad en esas alturas la misma cantidad de oxígeno, y como no lo encuentran, aumentan las aspiraciones, y por consiguiente se hace mas activa la circulación, y la sangre late en las sienas como bajo el imperio de una intensa fiebre.

El oxígeno que contiene la sangre misma, se gasta, y a esta desoxigenación se atribuye el principal malestar que los que viajan en esas altitudes experimentan.

Pasados algunos días, la presión exterior e interior se normaliza, y el malestar cesa; pero suelen pasar meses y años sin que se acostumbre uno a andar sin esfuerzo y sin fatiga, y a mi me ha pasado así. A pesar de mi larga permanencia en las cordilleras, no he dejado nunca de sufrir un gran cansancio al subir la menor altura.

De Anque a la cumbre del camino, hay cinco leguas y otras tantas hasta el lugar de nuestra tercera jornada.

El punto mas alto que atravesamos llega próximamente a catorce mil seiscientos piés sobre el nivel mar.

Allí todavía viven las queñnas y sus asociadas, la tola y la paja, en un suelo esencialmente porfirico. A veces este pórfido es cuarzoso, pero en general es eminentemente feldspático.

Ese punto alto á que me refiero es el paso de la cordillera en ese lugar: desde ahí descienden las aguas hácia el oriente, por mas que no exista un verdadero cordón divisario, como sucede en todos Los Andes.

Aquí se divisan picos nevados, montañas mas o menos diseminadas en distintos sentidos, que forman entre ellas mesetas y llanuras que a primera vista nos desorientan respecto a saber cuál es la verdadera línea principal de cumbre de la cordillera.

Desde el paso de Anque, que así le llamaremos, se divisa del lado oriental un imponente grupo montañoso, en su mayor parte nevado, que forma dos grandes cadenas que se reúnen en un punto que constituye el volcan Isluga. Estas cadenas son eminentemente volcánicas.

La una se extiende hácia el suroeste y contiene entre otras altas cimas al Sabaya, cráter que pertenece al periodo

traquítico moderno, y cuya cóspeide se eleva a mas de seis mil metros.

La otra rama de piccs afecta un rumbo aproximado hácia el Nor-Oeste. Como he dicho, en el vértice de ese inmenso ángulo, cuyos lados no tendrán menos de seis a siete leguas de longitud, se encuentra el Isluga, que arroja humos sulfurosos, y cuyas cimas bombeadas, sin cráteres visibles y sin verdadera cóspeide, llegan a cinco mil docientos metros de altura.

En las faldas occidentales del Isluga, por donde atravesaba, se encuentra una llanura pantanosa cubierta de sales blancas y de turbas.

La turba de Los Andes, me ocupará después algunas líneas. Abunda mucho en ciertos puntos, y forma a veces capas de uno y dos metros de grueso.

A través de esa llanura pantanosa y de sales, se abren paso algunos conos traquíticos, de colores blancos y oscuros, compuestos de traquita liviana y porosa.

En el lado opuesto, en los flancos del Isluga, existen depósitos de azufre, acompañados de yeso, que no es difícil purificar.

Pernoctamos en los alrededores en el punto denominado Parajaya, y aseguro que no olvidaré esa noche del 17 de Setiembre en que creí que no podría resistir los efectos del so-roche.

Gracias a haber pasado hasta el amanecer con la cabeza envuelta en paños de agua de hielo, y al jugo de limón, logré restablecerme, y no volvía sufrir de esa molesta enfermedad en el resto del viaje.

El limón es de un efecto casi inmediato. Lo recomiendo a los viajeros.



De Parajaya al mineral de Todos Santos no hay mas que seis leguas, y solo tres desde este punto a Carangas. Hasta

Todos Santos, el camino sigue las sinuosidades del río de ese nombre, de orillas fangosas, o bordea las bases de los cerros que lo estrechan, o trepa por laderas pendientes y escabrosas.

Las rocas porfídicas nos acompañan hasta tres leguas de distancia; pero desde ahí, se observa una sucesión verdaderamente asombrosa, de estratificaciones mas o menos regulares, de rocas volcánicas de toda clase: piedra pomez rojiza, traquita blanca, obsidiana y piroxenas negras y vidriosas, trozos de pórfido y conglomerados porfíricos de distintas especies, arenas y cenizas eruptivas; todo, en fin, lo que puede acusar la fuerza enérgica y violenta de grandes y prolongadas acciones volcánicas, se encuentra allí acumulado.

Esas deyecciones ignívolas, forman masas colosales, montañas enormes de trescientos y cuatrocientos metros de altura.

¡Qué fuerza tan prodigiosa ha debido producir tamaños efectos!

El color de cada capa nos marca su composición, y nos indica los distintos periodos de acción del poder platónico.

Hay dos leguas largas en que el camino no recorre otro suelo que el descrito. En ciertos puntos se ven diques piroxénicos llegar hasta la superficie, y asomarse en otros algunas corrientes de pórfido.

Estas, continúan despues constantemente hasta Todos Santos. En este lugar, antiguo asiento minero, aparece de nuevo la traquita. El cerro de ese nombre, donde existen las minas, es eminentemente traquítico, y se encuentra aislado en medio de formaciones de otra naturaleza.

Dilatados huecos, o *rajos*, como se dice en términos del oficio, acusan los grandes y continuados trabajos de otros tiempos; y restos de escorias y de fundiciones nos indican cuál fué el método de beneficio que entónces se usaba.

El cerro de Todos Santos, que tendrá una milla de diámetro, es una interesante muestra jeognóstica, ya sea que se la considere bajo el punto de vista minero, ya por el lado de su composición.

Es un verdadero *stockwerk*, una masa felspática penetrada aquí y allí por guiecillas metálicas y por venas de jaspe, e interrumpida en varias partes por diques de piróxena negra fibrosa, que algunos han tomado y querido explotar como depósitos de carbón de piedra.

En dos horas de marcha se llega de Todos Santos a Carangas, y esto por buen camino, que fué el primero que encontramos que merezca ese nombre, desde el comienzo de nuestro viaje.

Este mineral es muy antiguo, y se conservan tradiciones importantes acerca de la riqueza de sus metales.

Su altura sobre el nivel del mar es de 12,400 piés.

Como Todos Santos, los depósitos metálicos están circunscritos a un pequeño espacio, o sea a dos pequeños cerros aislados de traquita, el mayor de los cuales solo tiene ciento cincuenta metros de elevación.

Muchos puntos de contacto tiene este mineral con el anterior, tanto por la composición de la roca, como por el modo de ser de los criaderos que se parecen mucho al de un *stockwerk*. Sin embargo, en Carangas los criaderos afectan direcciones determinadas que pudieran darles bajo este aspecto el carácter de filones.

Las sustancias metálicas que de aquí se extraen, son blendas, galenas y bronce arjentíferos, entre los que se encuentran cristales y trozos de rosicler y plata nativa en hilos. La ganga es un óxido de hierro manganesífero, con cristales de cuarzo y espato perlado.

Hay en ese mineral algunos trabajos, y a contar por los rajes que quedan, los restos de hornos y las escorias, en otro tiempo ha sido éste un centro industrial de grande actividad.

Varios caminos tenía a mi disposición para volver a Iquique; pero elegí el que pasa por Yabricoya y Jauja, que deseaba visitar.

Para eso tenía que recorrer mas de venticinco leguas há-

y cinco estacas. De este modo, los grandes capitales pueden arriesgarse contando con bases de importancia y de porvenir, y los pleitos sobre propiedad minera han desaparecido como por encanto en la vecina República.

¿Cuándo podremos decir lo mismo en Chile?

Respecto a la segunda observación con qué daré fin a esta parte, se refiere al estado social, por no decir etnológico, que se presenta en Bolivia. El indio domina allí por su número, de una manera que hace temer por el porvenir de la raza blanca, que se encuentra en cantidad mucho menor.

El minero, el arriero, el artesano, pertenece siempre a la raza indígena. Por cierto que de hecho el soldado es indio nato.

Los señores, los propietarios de fincas urbanas, los dueños de minas, son descendientes de españoles y de raza blanca.

Pero la proporción entre ésta y la otra es talvez de 1 a 10, de modo que no sería difícil que a través del tiempo, obre el mayor número por acción de presencia sobre el menor y los blancos desaparezcan, sino material, por lo menos moralmente.

Es muy difícil que no suceda así. Ya el indio les ha impuesto su idioma. En lugar de dirigirse el patrón en español, se dirige a su sirviente en quichua o aimará.

Se dice que los indios van desapareciendo; pero lo dud^o mucho. Ellos son los propietarios de llamas y de alpacas en las frías cordilleras; ellos los que trasportan las mercaderías de las costas a los pueblos del interior de Bolivia y los que conducen al exterior los metales y otros productos del suelo; ellos constituyen el ejército, son los que trabajan como operarios en las minas, y son, en fin, los que el viajero vé en todas partes, en sus cabañas edificadas en lo alto, fuera de los caminos, o agrupados a la orilla de algún lago, riachuelo o terreno pastoso.

Es cierto que el alcohol que consumen en gran cantidad, los diezma y los disminuye; pero también es la causa de muerte de muchos que no son propiamente indígenas.

cia el Sur, hasta ponerme en la latitud requerida, y cruzar despues con dirección al Oeste.

Pero este rodeo, que me dió lugar a pasar por el pié del volcán apagado de Sabaya, por las llanuras de sal y borax de Sitani y Pocopoconi, y por las faldas de los cerros nevados de Cancosa y Polquesa, para subir despues a la altísima meseta de Colantucsa, para descender a Yabricoya, será materia de otro capítulo.

Por ahora, solo agregaré a las anteriores, dos observaciones sujeridas, la una, por las leyes de minas de Bolivia; la otra, por sus condiciones actuales de sociedad y de raza.

Las ordenanzas actuales de minas de ese país, son liberalísimas, y calcadas casi al pié de la letra de las de España. Fueron promulgadas durante la administración del general Campero.

Segun ellas, pueden concederse desde una hasta treinta pertenencias a cada peticionario, en cualquier terreno, tenga o no tenga veta, sin mas obligación que pagar cinco bolivianos al año por cada una.

La extensión de cada estaca es de cien metros de lado.

El suelo pertenece al propietario, y el subsuelo al minero.

Este es dueño de un prisma cuadrangular indefinido en profundidad y en la vertical; de modo que se puede perder la veta por el recuesto.

Si un dueño de mina deja de pagar la contribución, pierde la propiedad, y otro puede tomarla.

No se obliga al minero a pozo de ordenanza ni a ninguna labor de reconocimiento; y esto por la razón de que el terreno se concede haya o no veta, y tomando solo en cuenta el pago del impuesto.

Gracias a esta nueva ordenanza, el espíritu de asociación para trabajar minas, se ha desarrollado grandemente en Bolivia. Hay sociedades como la de Carangas, que tienen 63 pertenencias de una hectárea cada una, formando un superficie continua; al lado hay otro propietario que posee cuarenta

Creo que entre dos razas en oposición, la inferior tiende siempre a desaparecer: tal es la ley natural, la ley de Darwin; pero, cuando esas dos razas tienden a igualarse en lugar de destruirse, es evidente que la superior se verá en el caso, si está en menor número, de adoptar el idioma, las costumbres y el modo de ser de la raza inferior. O se extingue esta en la lucha, o prevalece, si esta lucha no existe: tal creo que es el dilema que el tiempo ha de poner en evidencia en las elevadas mesetas de Bolivia.

II

Está reservado a hombres de estudio y de labor el análisis detenido de multitud de problemas científicos que van envueltos en la observación de la naturaleza.

Y, con relación a lo que me ha sido posible apreciar ligeramente en esta breve excursión ¿cuántos de inmensa trascendencia no se adivinan a través de esos grandiosos fenómenos de sollevamiento y erupción de que a cada paso nos dan muestra Los Andes?

Pero, aun en esos detalles secundarios, desapercibidos para muchos, puede el naturalista encontrar ancho campo de aplicación para sus facultades o gustos.

La formación de la *turba*, por ejemplo, que tanto abunda en las cordilleras, los depósitos de borax o boratos, los de sales aluminosas, etc., son otros tantos objetos de observación a que, aunque insignificantes, si se atiende a las prodijiosas fuerzas naturales y a los inmensos trastornos derivados de la aparición de las montañas, tienen, sin embargo, grande importancia bajo el punto de vista químico e industrial.

Detengámonos por un momento en lo que se relaciona con los depósitos de turba.

Desde luego se observa que ellos se encuentran en los rincones o ángulos de los cerros, en las pequeñas hoyadas, en puntos donde se estancan las vertientes, o en que las aguas no tienen corriente alguna. Allí se desarrollan esas plantas herbáceas de Los Andes, que viven y subsisten mientras las lluvias del verano no las sepultan con sus ave-

nidas mas o menos fangosas. Cuando esto sucede la vegetación se descompone y las plantas se carbonizan.

Pasados los meses de Marzo y Abril, las lluvias cesan, el suelo se seca en la superficie, los fangos se convierten en tierra vegetal, y nuevas yerbas crecen sobre los restos de las anteriores. En ninguna parte la transformación continua y constante de las manifestaciones de la naturaleza, puede seguirse mas de cerca que en estos fenómenos al parecer insignificantes.

De año en año la vida y la muerte de esa flora andina da lugar a nueva vida y destrucción subsecuentes; y así, al cabo de un largo espacio de tiempo, llega a formarse una capa carbonosa de un metro o mas de grosor.

Puede suceder que durante ese periodo se verifique algun grande accidente climatérico, algun diluvio mas o menos local, producido por cualquiera de las tantas causas que influyen en los cambios bruscos de clima; y entonces, en lugar de simples avenidas barrosas, las aguas torrenciales arrastren enormes cantidades de piedras de todas dimensiones, que vendrian a cubrir el suelo y a interrumpir completamente la formación de la turba.

Y así debió suceder muchas veces, puesto que en ciertos lugares estos depósitos constituyen capas mas o menos continuas, formadas de pura sustancia vegetal, y en otros se halla compuestos de estratas turbosas interrumpidas o cubiertas por estratas de terreno de acarreo.

Los sollevamientos o hundimientos insensibles del terreno han hecho tambien que ciertas comarcas que fueron un tiempo el sitio de poblaciones primitivas, constituyan al fin el lugar en que se detienen las aguas y se forman las turbas; y así ha sucedido en Dinamarca y otros puntos de Europa, en que se han hallado restos de habitaciones y muestras de instrumentos sumerjidos en turberas pertenecientes a las *edades de piedra*, cuya fecha se remonta talvez a doscientos mil años atrás.

He encontrado la turba en la cordillera en todas partes

y en grande abundancia, ya formando depósitos fuera de los límites de las aguas, y que se ven en los bordes de los barrancos que estas han formado al abrirse un cauce, o ya en estado de formación y constituyendo verdaderas turberas.

Hay casos en que se necesita conocer mucho los caminos para no caer en uno de esos ciénagos, cuyo aspecto engañoso es a veces el de un terreno firme y sin peligros.

En los alrededores de Carangas existen gruesas capas de turba de fácil aprovechamiento.

Dejemos este mineral, y alejándonos en dirección al Sur-Este, no tardaremos en perder de vista, primero la cambre del cerro en que se halla la mina principal de la *Gran Compañía de Carangas*, llamada *Orkos Suntuña*, y después la estremidad sur del mismo, al que por su forma extraña, ha bautizado muy propiamente el distinguido ingeniero Don Augusto Tamayo con el nombre de *La Esfinje*.

La palabra *Orkos Suntuña* es aimará, y significa *lugar donde se revuelca el macho*.

Dejo a los husmeadores de tradiciones el averiguar por qué se puso tan extraño nombre a esa mina y qué razones tuvo en vista el macho para revolcarse allí y no en otro punto...

Me propongo regresar a Iquique por Yabricoya; y para eso hay que tomar de Carangas unas veinticinco o treinta leguas al Sur, antes de cruzar de nuevo la cordillera hacia el Oeste.

En realidad la línea que queda señalada por mi viaje es una especie de semi-círculo, pues el guía me hace seguir, primero al Sud Este, y después al Sud Oeste, antes de salir de las llanuras para internarnos en las altas montañas que forman las cimas del cordón occidental.

A las siete leguas próximamente de camino plano, me encuentro en la garganta que separa el elevado pico del *Tata-Sabaya* de otro de ancha y espaciosa cima crateriforme que se

nolitos de gran tamaño, revestidos de tan extraña envoltura. Algunos de esos trozos, divididos por circunstancias casuales muestran su interior compuesto, como el resto de estos cerros, de traquita rosada mas o menos compacta.

El camino sigue al través de estas rocas a una altura de 3,900 a 4,000 metros.

En ciertos puntos aparecen pórfidos feldspáticos y conglomerados porfídicos de distintas clases; y en un sitio en que surge una clara y cristalina fuente de agua dulce, que nos invita al descanso, tengo ocasión de observar una erupción de pórfido cuarzoso, compuesto de cuarzo, feldspato y mica, igual al que ya he tenido ocasión de señalar anteriormente entre Camiña e Isluga.

Vuelvo de nuevo a atravesar rocas traquíticas, que quedan a mi derecha, mientras que a mi izquierda o sea hacia el oriente, aparece una llanura inmensa, sin límites a la vista, cubierta con un manto de blanquísima sal. Son las salinas de Garcimendoza, en cuyo extremo opuesto existen las antiguas y afamadas minas de ese nombre.

Continuando mi marcha no tardo en llegar al cacerío indijena de Laviscota escondido en un rincón de cerros, y desde donde se goza de una hermosa perspectiva.

Desde ese punto, hay tres caminos que tomar, que se internan en la cordillera:

El de Tarapacá, por Chiapa,

El de Mamiña, por Cancosa,

El de Yabricoya, por Sabaya.

Elejí este último; y mi guía, me llevó por páramos y desiertos poco frecuentados, por donde nadie viaja y en que no se halla recurso de ninguna especie.

De Laviscota, despues de una noche de descanso, tomo en dirección al Sur, por dos leguas, y cruzo enseguida hacia el Oeste. Empiezo por atravesar un terreno plano, cubierto de *tolu* y rodeado de cerros porfíricos y traquitos. El suelo se halla horadado en miles de puntos por las salamanquejas, que

viven allí como en un paraíso, en la buena compañía de avestruces, vicuñas y asnos alzados.

A poco andar, descubro las nevadas cimas del *Cancosa*, que parece ser un volcán extinguido, a cuyos flancos se encuentran grandes cantidades de azufre.

Lo dejo a la derecha y cruzo una pequeña llanura rodeada de traquita rojiza y de gruesos depósitos calcareo-arenaceos de origen termal. La superficie de este terreno es blanco como la nieve, y la sustancia a que debe este color no es otra cosa que borato de cal mezclado con sal. Me encuentro, así, sin saberlo, en las borateras de *Pocopoconi*, de mi excelente amigo Don Antonio Valdes C.

Este borato, o borax, o tiza como se le llama en Iquique, es una mezcla de *hidroboracita* con sal (cloruro de sodio), sulfatos de soda y magnesia, y materias arenosas. El borax de Ascotan, que es mas o menos semejante, ha dado de 28 a 29 % de ácido bórico anhidro. El de Pocopoconi tiene una ley de 35 a 36 %.

El que se extrae de la pampa del Tamarugal, de la parte inferior de las costras de los salares, se compone, segun Doyko, de:

- 70.00 de hidroboracita,
- 11.90 de sulfatos de soda y magnesia,
- 10.10 de cal comun, y
- 8.00 de materias insolubles en los ácidos.

La hidroboracita consta de:

Acido bórico.....	45.9
Soda.....	7.9
Cal.....	6.0
Magnesia.....	4.4
Agua.....	35.8

Esta sustancia se halla en varios puntos, en la cordillera.

En la Ola, a 30 leguas al Oriente de Chañaral, se encuentra en grande abundancia; y su composición es la siguiente:

Agua.....	48.90
Acido bórico.....	22.32
Cloruro de sodio.....	14.20
Cal.....	8.38
Soda.....	3.96
Acido sulfúrico.....	1.20
Materia insoluble.....	1.04
Magnesia.....	Indicios

En Maricunga, en la cima del cordón divisorio con la República Argentina, frente a Copiapó, se halla el borax en inmensas cantidades. Un análisis de la parte mas pura, de este punto, ha dado:

Agua.....	34.50
Acido bórico.....	27.71
Cloruro de sodio.....	19.11
Cal.....	9.66
Soda.....	5.05
Sulfato de cal.....	e.43
Materias insolubles.....	0.58

El borax de Ascotan, da, término medio, el siguiente resultado:

Acido bórico.....	32.383
Agua.....	28.642
Cloruro de sodio.....	16.381
Cal.....	10.206
Soda.....	5.916
Materia insoluble.....	4.021
Sulfato de cal.....	1.825
Magnesia.....	0.358
Oxidos de hierro y alumina.....	0.268

Por esto se verá que los depósitos de Pocopocconi, que dan 35 a 36 % de ácido bórico, son de mayor ley que los demas a que me he referido; y esto, sin preparación alguna, y sometiendo al ensaye muestras no despojadas de la humedad que contienen.

¿Cuál es el origen del ácido bórico en Los Andes y en la pampa del Tamarugal?

Para mí, respecto al de las cordilleras, es evidentemente termal, y su existencia se halla inmediatamente subordinada a las erupciones volcánicas. Con relación al que se encuentra en la pampa, en forma concrecionada y en fragmentos mas o menos redondeados, lo atribuyo a las grandes avenidas y crecientes que bajan de Los Andes y que lo han arrastrado desde las alturas al lugar en que ahora se halla.

En los alrededores de Pocopoconi existen tambien grandes depósitos calcareos, debidos igualmente a las aguas termales. Su época de formación es reciente, y aun hoy día sé continúa este fenómeno con grande actividad.

El río de Cancosa, que baja de los flancos de esa montaña, corta y atraviesa estos depósitos dejando en descubierto a ambos lados, una série de capas y estratas que acusan de una manera evidente el origen que les atribuyo.

Continno mi viaje: dejo a mi espalda estos lugares y atravieso una serie de depósitos volcánicos, estratificados, compuestos de rocas traquíticas y porfíricas. En ciertos puntos estas rocas toman estructura prismática, y aparecen bajo la forma de estraños y solitarios monolitos.

El camino que debiera seguir queda, por error del guía, en una dirección mui distinta, y llego sin saberlo a la posada de Cancosa situada a dos leguas escasas al Sur de esta enorme montaña.

Desde el alojamiento se la divisa en todos sus detalles. Tomando como base la altura de 3,900 en ese punto, la del Cancosa sería a lo menos de 5,000.

Todos los alrededores se encuentran cubiertos de depósitos silíceos y calcareos, provenientes de aguas termales; como sucede en gran número de lugares en la cordillera, vecinos a algun volcan extinguido o en estado de solfatura.

Estas mismas formaciones termales existen entre Cancosa y Sacaya, por donde continué mi marcha. A los depósitos calizos y arcillosos debidos a ese origen, acompañan otros de sal y de boratos de cal. Son sustituidos, cerca de Sacaya, por erupciones de pórfido y traquita, que contienen en vetas y filones, algunas sustancias metálicas, como blendas y piritas, óxidos de fierro y sulfuros de cobre.

El cacerío de Sacaya se encuentra a 4,000 metros de elevación, y abundan en sus alrededores pastos silvestres, que sustentan algun ganado.

Entre este punto y Collacagua, donde pernoctamos, hay nueve leguas.

Lo primero que observo al salir de Sacaya, son grandes cantidades de turba, parte de ella ya formada, y el resto en formación. Hay allí combustible en abundancia, que es indudablemente debido a las mismas causas de que ya he hablado anteriormente refiriendome a la turba de Carangas.

Desde ese punto subo hasta 4,500, nivel de una estensa y fría meseta, donde corren vientos fuertísimos y tan helados, que casi es imposible resistirlos. A mi izquierda la limita la cordillera de Siquilaca, que es la prolongación de la que un poco mas al Norte, debiera atravesar para llegar a Yabricoya.

Desciendo hasta Piga, 4,200 metros, por un camino cubierto de ceniza traquítica, de diques de pórfido, de piedra pomez y de grandes masas de traquita. Hay puntos en que esta última roca se divide verticalmente en inmensos trozos de ochenta y cien metros de altura, que toman la forma de prismas regulares de caras planas y aristas rectas, monolitos colosales, que alineados a lo largo del camino parecen gigantes silenciosos que velan en esos lugares la soledad del desierto...

En Piga, encontramos agua para los fatigados animales, y algun abrigo para nuestros yertos cuerpos.

Continuo ese día mi marcha hasta Callocagua, dos leguas mas allá; lugar abandonado, donde por casualidad se halla una familia indígena.

Hay allí sin embargo, algun refugio contra la intemperie, agua y paja para los caballos. Al lado del arroyo se descubren los restos de un antiguo ingenio de beneficio de metales, lo que indica que los hubo en su proximidad, o que talvez los traían con objeto de beneficiarlos, desde Yabricoya.

Encuétrase Callacagna a 4,000 metros de altura. Desde allí se contempla la imponente montaña de *Polquesa*, que se halla a cuatro leguas de distancia, en dirección al Norte, con algunos grados al Este. Es un enorme volcán apagado, del período traquítico, y a que indudablemente se debe esa prodijiosa cantidad de cenizas y deyecciones volcánicas que existe en los alrededores.

Desde Collocagna a Yabricoya hay siete o ocho horas de marcha. Se empieza por ascender una larga cuesta pedregosa que conduce a una primera meseta que se halla a 4,300 metros de altura. Una segunda cuesta nos conduce a una nueva planicie cuyo nivel está a 4,500, y por último despues de un nuevo ascenso se llega a la meseta superior, a una elevación de 4,800 metros.

Sopla allí con gran fuerza un viento que hiela.

A su izquierda se elevan esos picos negros que se divisan desde la costa como los dientes de una sierra, que forman las mas altas cimas de esta cordillera.

Toda esta enorme masa, se compone de pórfido feldspático.

Desde el punto occidental de esta llanura, el mas alto antes de descender hácia el Oeste, se goza de un paisaje espléndido que recoge el espíritu en muda contemplación: se divisa todo hasta el mar: las bases y flancos de la cordillera, la pampa del Tamarugal; los cerros de pórfido en cuyos senos se encuentra el salitre, el cordón de montañas de la costa, y por último, una linea vaga e indecisa, sin límites e indefinida, que es el Oceano.

El descenso es casi continuo, y se efectúa por una de esas abruptas quebradas transversales que descienden desde la altura, y no tardo en dejar a mi espalda las sombrías agujas del *Columtucsa*, que así se llama la elevada montaña que acabo de atravesar. Dos horas de rápida bajada me conduce por fin al establecimiento minero de *Yabricoya*. Esta palabra es corrupción de Yarbicoya, que en aimará se traduce por *cerro de las agujas*, que hace indudablemente alusión a las festonadas crestas de esas cordilleras.

El pórfido feldspático de que se componen, se sustituye por sienita en Yabricoya, en donde se halla agrietada por numerosos filones de hendidura, que constituyen en conjunto una estensa e interesante región metalífera.

Desde Yabricoya a *Macaya*, cacerío de sesenta habitantes, que se encuentra en un estrecho y diminuto valle secundario, al Sur del de *Mamiña*, se desciende por un sendero tortuoso y áspero desde 3700 metros hasta 2800. La formación sienítica llega casi hasta este último punto, interrumpida en ciertos lugares por diques de pórfido y conglomerados metamórficos.

En un nivel inferior, aparece de nuevo la traquita cubriendo estos conglomerados, y formando los cerros del camino que conduce hasta la pampa.

La traquita, aquí, como en Huatacondo y en todos los flancos de los Andes, se encuentra siempre encima de las sienitas y de los conglomerados de esa misma época, y aparece en masas, en diques o en capas coloreadas de blanco, de gris o de rosado.

Mas abajo de *Macaya*, aparecen erupciones de sienita y pórfido, o mas exactamente hablando, debe decirse que en ciertos lugares la traquita deja de nuevo en descubierto algunas cimas de aquellas rocas.

La quebrada se pierde en la pampa a una altura de 1500 metros. Desde ahí para adelante ya no hai montañas que intercepten la vista, a no ser las del cordón porfirico de la región

salitrera que se divisan al frente y a lo lejos, dejando de por medio la llanura del Tamarugal; pero el descenso rápido continúa algunas leguas mas hasta el nivel de 1200 metros.

La pampa desde las faldas de los cerros que la limitan por el Este y el Oeste tiene un ancho medio de diez leguas, pero en el punto en que me encuentro llega lo ménos á quince. Su superficie es blanda, arenosa, arcillosa o terrosa, segun sea la clase de sedimento que arrastran las quebradas.

Tambien se observan en ella desde su nacimiento, por el lado del Este, nódulos de boratos de cal o *tiza*, esparcidos en las partes altas, de igual naturaleza a los que se encuentran despues en cantidades considerables en una capa de arcilla debajo de la sal, a sesenta u ochenta centímetros de la superficie.

Casi toda la pampa se halla ademas interrumpida por numerosos salares, en que las irregularidades y las duras aristas de la arenisca salada se asemejan a olas pretrificadas de un lago azotado por el viento. Aquí y allí se ven ademas árboles (tamarugos), esparcidos en esa llanura, en mayor o ménor abundancia, segun sea la mayor o menor hondura a que se halla la capa de agua subterránea que les da la vida.

En algunos puntos brota en la superficie misma, o a medio metro de profundidad, como sucede en los puntos denominados Canchones; pero en otros hai que ahondar muchos metros para poderla encontrar.

Estimo que en el cultivo de estos terrenos se halla el porvenir de este territorio, y creo que, un estudio hidrográfico detenido sería de grande importancia. Como talvez esto pueda parecer extraño a los que no hayan recorrido estos lugares debo recordar que los límites australes del lago Poopo en la altiplanicie de Bolivia, pasan del grado 19 de latitud; que la altura de las mesetas andinas, que reciben una inmensa cantidad de agua y de nieve, es cuatro mil metros mayor que la de la pampa del Tamarugal, y que por último,

las cumbres mas altas de los Andes, o sean los bordes de esa altiplanicie, no se encuentran, a mas de quince leguas horizontales de la misma pampa.

Mui poco me queda que recorrer para llegar a la zona del salitre. Me detengo un día en Tirana, caceroío donde abundan el agua y los árboles, con el objeto examinar los numerosos depósitos de *relaves* que allí existen, muestras de la antigua actividad minera de esta provincia.

El pintoresco grupo de cerros de *Pintados*, que limita la llanura por el Oeste, a algunas leguas al Sur-Este de La Noria, reclama mi última mirada. Allí se encuentran vetas de cobre y de oro, y grandes capas de sulfato de alumina. Esta sal se halla tambien en la quebrada Tarapacá, y se presta a numerosos usos industriales.—Como el borax, como el salitre, atribuyo su oríjen primero a las acciones volcanicas que han obrado sea directamente, sea por intermedio de emanaciones termales.

La Estacion del Ferrocarril, La Noria, se halla a 1,050 metros sobre el mar; la de Pozo Almonte, a 1,011, y las cumbres mas altas de los cerros porfíricos y sieníticos, que empiezan en esa zona, y que llegan hasta el mar, alcanzan hasta 1,500 y mas metros.

En un artículo anterior he tenido ocasion de describir la rejion salitrera. Debo aquí agregar que, las montañas que la constituyen, así como las demas que componen todo este terreno hasta la costa, contienen numerosos criaderos metálicos, en que abundan los de cobre y plata, pero, con excepcion de los históricos y ricos minerales de Huantajaya y Santa Rosa, no se han hecho trabajos de consideracion en los alrededores, de modo que nada sabemos de seguro acerca de la importancia verdadera de estos criaderos.

Respecto al salitre (nitrato de soda), debo agregar para dar fin a estos apuntes, que se le encuentra en distintos sitios

a poca distancia de la costá; pero que tambien se le há hallado en lá cumbre de los Andes, en Maricunga, a los 27° de latitud, y a cerca de cuatro mil metros de elevacion, en medio de una formacion volcánica de piedra pomez, lavas y cenizas, lo que vendria a corroborar el orijen que le atribuyo. Acompañan al salitre en ese lugar, el yeso, la sal y tambien la hidrobóracita o borato de cal, exactamente como sucede en Tarapacá.

Segun Schwarzenberg, el salitre a que me refiero, se compone de:

Nitrato de soda.....	60.35
Sulfato de soda.....	33.90
Agua	5.75

En Antofagasta, esta sustancia forma capas, como en Tarapacá que se hallan debajo de la costra salada arenosa de la superficie.

Lo mismo que en esta provincia, el nitrato se encuentra allá mezclado con sal marina y sulfato de soda, en variables proporciones.

El *caliche* de la *Pampa*, situado a muchas leguas al interior de Antofagasta, se compone de:

Nitrato de soda	33.56
Cloruro de sodio.....	34.62
Cloruro de potasio.....	0.40
Cloruro de magnesio.....	0.70
Sulfato de soda.....	0.45
Sulfato de cal.....	0.46
Materia insoluble.....	12.65

El del *Solar del Cármen*, mas próximo a la costa (tres leguas), consta de:

Nitrato de soda.....	14.12
Cloruro de sodio.....	51.08
Sulfato de soda.....	0.13
Sulfato de cal	3.62
Materia arenacea	16.00

Mas al Sur, entre los grados 24 y 26 de latitud, vuelve a encontrarse el salitre en mas o menos abundancia.

En estos depósitos se hallan tambien asociadas la sal, y los sulfatos de soda, cal y magnesia.

Los de Taltal dan, segun el Sr. Villanneva:

Nitrato de soda.....	20 a 29 %
(cloruro de sodio.....	1.8
Sulfatos de soda y magnesia.....	46 a 71 »
Materias insolubles.....	1 a 31 »

En Blanco Encalada:

Nitrato de soda.....	36.2 a 50.4
Cloruro de sodio.....	0.3 a 0.4
Sulfatos de soda y magnesia	22.0 a 28.7
Materias insolubles.....	20.6 a 41.1

Respecto al salitre de Tarapacá, se halla siempre mezclado con nitrato de potasa, sal comun, yeso, yoduros de potasio y sodio y, a veces, yodato de magnesia hidratado, que, segun Domeyko, tiñe de amarillo los caliches.

Una muestra bastante rica, le dió al análisis:

Nitrato de soda	0.650
Sulfato de soda.....	0.030
Cloruro de sodio.....	0.290
Yoduro de sodio.....	0.006
Conchas y arenas.....	0.026

El yodo casi existe en muy pequeña cantidad en los depósitos de Antofagasta; pero se le ha encontrado en mayor proporción en las agnas de los pozos abiertos en esos terrenos segun lo demuestra el siguiente cuadro que corresponde a 1 litro de agua:

Cloruro de sodio.....	gramos	72.086
De magnesia.....	»	2.488
Sulfato de cal.....	»	4.086
De soda.....	»	8.056
Carbonato de cal.....	»	0.612
Alumina y hierro.....	»	0.028
Yodo.....	»	0.038

Segun los análisis del Dr. Schwartzenberg, el caliche de Tarapacá contiene, término medio 0.12 % de yodo
Las aguas madres (viejas)..... 0.29 » » »
El salitre refinado 0.066 » » »

Por último, una muestra de salitre refinado contiene segun el profesor R. Wagner:

Nitrato de sodio.....	94. 03
Nitrato de sodio.....	0. 31
Cloruro de sodio.....	1. 52
Cloruro de potasio.....	0. 64
Sulfato de soda.....	0. 92
Yodato y yoduro de sodio.....	0. 29
Cloruro de magnesio.....	0. 93
Agua.....	1. 36
Acido bórico	Indicios



ERRATAS

Página 17, línea 3.^a, dice *centco* por *centro*.

„ 17, „ 24, „ *cinco* „ *cuatro*.

„ 43, „ 13, „ *aunque no* „ *aunque*.

La nota de la página 128, debe leerse así:

A veces, en la altiplanicie de Bolivia, a mas de 20° bajo cero.
